Anatomische Untersuchung

der durch

Ustilagineen

hervorgerufenen Missbildungen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

von

Otto Strohmeyer

aus Harzburg (Herzogt. Braunschweig).

Tag der mündlichen Prüfung: 24. April 1896.

Erlangen.

K. b. Hofbuchdruckerei von Aug. Vollrath.

1896.

In Dankbarkeit

seiner

lieben, treuen Mutter

gewidmet

vom Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543506_0140

Einleitung.

Zu den interessantesten Krankheiten, welche wohl auch den schädlichsten Einfluss auf die Entwicklung der Pflanzen ausüben, zählen die durch Brandpilze veranlassten.

Über die Ustilagineen selbst ist schon verschiedentlich von Fischer v. Waldheim, Brefeld, De Bary, Wolff und anderen gearbeitet, sodass man über deren Entwicklungsgang wohl jetzt im Klaren ist. Die Veränderungen jedoch, welche der Pilz in der Wirtspflanze hervorruft, die anatomischen Verschiedenheiten, welche das Gewebe an der kranken Stelle gegenüber gesundem aufweist, wurden meist nur oberflächlich erwähnt. Eingehende Studien wurden in dieser Beziehung nur von Wakker[1]), Ed. Fischer[2]), Cornu[3]) und anderen über wenige erkrankte Pflanzen gemacht, auf welche ich im speziellen Teil noch zurückkommen werde.

Auf gütige Veranlassung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Professor Dr. Reeß, untersuchte ich im hiesigen Botanischen Institut eine Anzahl brandkranker Pflanzen, um an diesen durch Vergleich mit normalen die anatomischen Veränderungen festzustellen.

Das Material hierzu wurde mir von Herrn Prof. Dr. Reeß und von Herrn Lehrer Sydow aus Berlin zu Verfügung gestellt.

1) Wakker, Untersuchungen über den Einfluss parasitischer Pilze auf ihre Nährpflanzen. Pringsheims Jahrb. Bd. 24 pag. 532 — 536.

2) Ed. Fischer, Botan. Zeitung No. 45 — 48.

3) Sur quelques Ustilaginées nouvelles ou peu connues, par M. Cornu. Annales des sciences naturelles. Tome XV. 1883 p. 269 — 296.

Allgemeiner Teil.

Die Ustilagineen sind zu den Halbparasiten zu zählen, weil sie einen Teil ihres Lebens auf ihrer Wirtspflanze, einen anderen Teil saprophytisch zu bringen. Nur einige Entyloma-Arten und, wie ich fand, auch Ustilago Tragopogonis, deren später nach Erwähnung gethan wird, leben parasitisch. Die Brandsporen, deren Bildung auf den Nährpflanzen erfolgt, überwintern und bilden dann im Frühjahr verschieden gestaltete Promycelien, welche die Conidien abschnüren, die sich durch Sprossung in Hefeform vermehren. Diese, durch Wind, Wasser oder Insekten auf die Nährpflanzen gebracht, bilden Keimfäden, welche nun durch die Epidermis in das Gewebe eindringen; die Ustilagineen gehören zu den endophyten Parasiten. Über die Art des Eindringens schreibt De Bary[1]):

„Die Keimschläuche der Ustilagineen bohren sich durch die festen Membranen des intakten Wirtes ein; sie treten nie in eine Spaltöffnung ein. Selbst wenn die Conidie auf oder neben einer solchen liegt, bohrt sich der Keimschlauch entweder in eine Schliesszelle ein, oder er wächst über die Spalte hinweg, um in die Wand einer benachbarten Zelle einzudringen."

Nachdem Eindringen des Keimschlauchs, verzweigt er sich zum vegetativen Mycel, welches in den Interzellularräumen vegetiert, oder aber die Zellen durchwächst. In diesem Zustande übt der Pilz jedoch keine

1) De Bary, Morphologie u. Biologie der Pilze, 1884 p. 389.

Zerstörung im Gewebe seines Wirtes aus; verändernd wirkt er nur insofern, als die parenchymatischen Zellen teilweise ihre lückenlose Aneinanderlagerung und ihr Chlorophyll verlieren; letzteres ist die Folge einer Braunfärbung der Zellen. Erst dann tritt der zerstörende Einfluss des Parasiten ein, wenn sich das vegetative Mycel zum sporenbildenden umbildet. Durch den vom Pilz ausgeübten Reiz findet die Bildung der Hypertrophie, welche fast immer von Anschwellung des betreffenden Pflanzenteils begleitet ist, statt. Dieselbe entsteht dadurch, dass sich die parenchymatischen Zellen entweder nur vergrössern, oder sich wie in den meisten Fällen, zunächst in verschiedenen Richtungen teilen, dann aber auch auswachsen. In beiden Fällen findet die Ansammlung von Nährmaterial statt. Dieses ganze sich neu gebildet habende Gewebe, welches also zur Unterhaltung des Pilzes dient, habe ich ebenfalls wie Wakker[1]) als Nährgewebe bezeichnet; in die Zelle desselben dringen die Mycelfäden ein oder diese entsenden Haustorien, welche sich vorn zuspitzen, die Zellwand durchbohren und im Innern blasig anschwellen.

Beide nehmen durch Osmose den Zellinhalt auf, führen ihn dem Mycel zu, welches das Gewebe bei der Sporenbildung vollständig zerstört, oder in ihm durch Resorption einiger Zellen Höhlungen verursacht, oder aber auch teilweise zur Seite drängt.

Die umliegenden, erhalten gebliebenen, vielfach unregelmässig geformten Zellen des Nährgewebes, sind dann meist ihres Chlorophylls beraubt. Dieses ist im gewissen Sinne eine Nahrungsquelle für das Mycel, sobald alles resorbiert ist, geht auch die Zelle zu Grunde. Teilweise liegt deshalb eine ganze Schicht toter, zusammengedrückter Zellen um das Brandlager herum. Die Lebensweise des Pilzes ist also mehr nach Art

1) Wakker, Pringsh. Jahrb. Bd. 24 pag. 533.

eines Resorptionssystems als Verdrängungssystems eingerichtet. Das bei der Sporenbildung sich verflechtet habende Mycel übt auf die Epidermis meist einen grossen Druck aus, wodurch sie sich hebt, ihre Zellen sich strecken und falls diese Ausstülpungen besitzen, diese verlieren. Das Mycel durchbricht auch teilweise die Epidermiszellen, entzieht ihnen, wenn sie Chlorophyll besitzen, dieses und dringt sogar durch die Kutikula nach aussen, z.B. bei einigen Entyloma-Arten, oder die Myceläste bilden die Sporen in den Epidermiszellen, deren obere Zellwände wie auch die Kutikula dann emporgehoben werden und das Brandlager nach aussen hin bis zur Sporenreife einhüllen, z. B. Schizonella melanogramma auf Carex-Arten.

Bei der Bildung der Hypertrophie findet gewöhnlich eine entsprechende Entwicklung des in der Nähe liegenden mechanischen Gewebes nicht statt. Nur bei grossen Anschwellungen nehmen auch an der Vermehrung des parenchymatischen Gewebes die Gefässbündel teil und wachsen in dasselbe hinein, so bei den von Urocystis Leimbachii an der Stengelbasis von Adonis aestivalis oder von Ustilago austro-americana auf den Blättern von Polygonum virginianum veranlassten Wucherungen.

Die im gesunden Gewebe stark verholzten Zellen, meist die Sklerenchymscheide, haben im kranken vielfach eine schwächere Verholzung, wodurch sie dann allerdings grösser erscheinen. Befinden sich die Brandlager in unmittelbarer Nähe der Gefässbündel, so sind letztere häufig aus ihrer normalen Lage verdrängt, ihre Zellen, besonders die dem Brandlager am nächsten liegenden, haben eine breitgedrückte Form. Im übrigen ist der Gefäss- und Siebröhrenteil häufig in seiner Entwicklung zurückgeblieben.

Durch den Einfluss des Pilzes in den Blättern, ist vielfach ein Unterschied von Pallisaden- und Schwammparenchym nicht mehr vorhanden; an dessen Stelle

befinden sich meist unregelmässige, rundliche Zellen, zwischen denen Interzellularräume verlaufen, die im normalen Pallisadenparenchym sich grösstenteils nicht vorfinden. Betrifft die zerstörende Wirkung des Pilzes den Fruchtknoten, so hat wohl immer, wie wenigstens bei den Getreidearten von Wolff[1]) beobachtet wurde, die Infektion schon am jungen Keimblatt stattgefunden. Durch Streckung des Gewebes gehen die Hyphen teilweise zu Grunde, oder aber sie dringen immer wieder bis zur Vegetationsspitze vor, deren Zellen sehr zartwandig sind und gelangen auf diese Weise in den Fruchtknoten. Die Hyphen können aber auch wie De Bary[2]) bei Sphacelotheca Hydropiperis auf Polygonum Hydropiper schreibt, durch den Blütenstiel in die Insertionsstelle des Fruchtknotens wachsen und von dem Funciulus aus in die Samenknospe eindringen. Hier verflechten sie sich dann zum sporenbildenden Mycel, welches das ganze Gewebe, das sich durch Bildung einer starken Hypertrophie sehr vermehrt hat, bei der Sporenbildung zerstört, sodass der Fruchtknoten im Innern eine Sporenmasse vorstellt. Die Wandung wird teils vernichtet, teilts bleibt sie aber auch erhalten. In den meisten Fällen befindet sich an Stelle des vollständig zerstörten Fruchtknotens, die stark angeschwollene Ansatzstelle desselben. Dieselbe stellt eine ausserordentliche Wucherung, eigentlich ein Fortwachsen der Blütenachse vor und entsteht dadurch, dass der Pilz, welcher durch den Blütenstiel in den Fruchtknoten gelangt, auf das Gewebe der Ansatzstelle einen Reiz ausübt, welcher dieses zu einer grossen Zellvermehrung und Ansammlung von Nährmaterial veranlasst; die Gefässbündel nehmen an der Entwicklung ganz hervorragend Anteil. Bei der Sporenbildung, die bei den untersuchten Exemplaren

---

1) Dr. R. Wolff, der Brand des Getreides, 1874 pag. 18.
2) De Bary, Morphologie der Pilze pag. 187.

schon meist vollständig vor sich gegangen war, werden die sekundären Gefässe und ein grosser Teil des Nährgewebes zerstört, oder die Zellen von letzterem teilweise ihres Inhaltes beraubt. Die erhalten gebliebenen, meist verholzten Zellen haben durch den allseitigen Druck des Brandlagers vielfach eine zusammengedrückte Form bekommen. Die den Sporen am nächsten liegenden parenchymatischen Zellen sind gewöhnlich durch Einfluss des Mycels bräunlich gefärbt.

Übt der Pilz seine zerstörende Wirkung in den Früchten aus, so findet sich häufig in den Samen an Stelle des Endosperms ein Hyphengewebe vor, welches aus vielen Schichten runder Zellchen besteht und dadurch eine Anordnung in Hyphen nicht mehr erkennen lässt. Dieses Gewebe stellt ein Pseudoparenchym vor, wie von De Bary[1]) beim Mutterkorn beschrieben wird.

---

1) De Bary, Morphol. d. Pilze pag. 35.

Specieller Teil.

Nach dem Orte der vom sporenbildenden Mycel gebildeten Brandlager habe ich das untersuchte Material eingeteilt:

I. Pflanzen mit lokalisiertem Brande;

derselbe tritt nur an bestimmten Teilen der Blätter, Wurzel, Stengel, Blüten oder Früchte auf.

a) Bildung der Brandlager vorzugsweise in den Blättern:

Ustilago longissima Sow auf Glyceria fluitans.

Bern, Muskau O. L., Baden.

Der Pilz bildet in den Blättern der aus verschiedenen Gegenden stammenden Glyc. fluitans braune Längsstreifen, welche die Sporen enthalten. Der Pilz bewohnt nicht nur wie De Bary[1]) angiebt, die Luftlücken, welche die Blätter zwischen den Blattnerven verlaufend, der Länge nach durchziehen, sondern auch das umliegende chlorophyllhaltige Gewebe. Im gesunden Blatt besteht dieses aus gleichmässigen, dicht aneinanderliegenden Zellen. Wie an weniger infizierten Blattteilen ersichtlich, also da, wo die Sporen in den Luftlücken liegen und nur wenige Zellen resorbiert sind, hat bei der Bildung der Hypertrophie eine starke Vergrösserung und Vermehrung der Parenchymzellen stattgefunden.

1) De Bary, Untersuchungen über d. Brandpilze pag. 8.

Die Epidermis hat sich auf beiden Seiten nach aussen gewölbt, sodass sich der Durchmesser des Blattes um das Dreifache vergrössert hat, ihre Zellen haben die in gesunden Blättern vorhandenen Ausstülpungen fast ganz verloren und sich sowohl in der Breite wie Höhe ausgedehnt. Bei stärker infizierten Blättern ist nun das ganze, sich durch Zellteilung gebildet habende Parenchymgewebe, zwischen den beiden Epidermen und den Blattnerven vollständig zerstört und an dessen Stelle eine braune Sporenmasse.

Die Gefässbündel sind bedeutend weiter von einander entfernt, aber sonst vom Pilz nicht beeinflusst. Bei der Sporenreife zerreisst die Epidermis, sodass das Sporenpulver ausstäubt.

Ustilago longissima Sow. auf Glyceria spectabilis.

Schoeneberg und Wilmersdorf.

Der Pilz verhält sich in den Blättern dieser Glyceria-Art ebenso wie in denen der vorigen, nur sind die Hypertrophien zwischen den Blattnerven hier grösser; das Brandlager hat deshalb auch eine grössere Ausdehnung.

Ustilago Ornithogali Schm. et Kze. (Ustilago umbrina Schroet) auf Gagea lutea.

Berlin, botan. Garten und bei Eisleben.

Der Pilz veranlasst an den Blättern seiner, aus verschiedenen Gegenden stammenden Nährpflanze kuglige oder längliche, schwielenartige Hypertrophien. Wie schon durch die starke Anschwellung ersichtlich, hat sich der Durchmesser des kranken Blattes bedeutend, fast um das Doppelte vergrössert. Der Querschnitt des gesunden Blattes besitzt eine verschiedentlich ausgebuchtete Form, während derjenige des kranken an der Stelle, wo sich die Sporenmasse befindet, kuglig erweitert ist. Die Epidermiszellen, welche im gesunden Blatte höher als breit sind, sind in dem infizierten bedeutend breiter und weniger hoch. Mit der Infektion

hat eine Zunahme des Parenchymgewebes stattgefunden; dieses ist dann zwischen der Epidermis und den zwei Gefässbündeln bei der Sporenbildung zerstört, oder teilweise zur Seite gedrängt, sodass zwischen dem Sporenlager und der Epidermis noch einige unregelmässige, breitgedrückte Zellen liegen; in diesen besitzt das Chlorophyll eine hellgrüne Farbe. Mit der Zunahme des Parenchym-Gewebes hat aber eine entsprechende Entwicklung des Gefäss- und Siebröhrenteils nicht stattgefunden. Nur die Gefässbündel sind dadurch, dass sich auch das zwischen ihnen liegende, dünnwandige, chlorophyllose, parenchymatische Gewebe vermehrt hat, auseinander gedrängt. Die im gesunden Blatte regelmässig geformten Zellen haben im infizierten eine unregelmässig längliche Form und ihre lückenlose Anordnung verloren. Bei der Sporenreife zerreisst die Epidermis.

Derselbe Pilz verhält sich in den Blättern von Gagea saxatilis.

Potsdam

fast ebenso wie in denen von Gagea lutea; während jedoch bei diesen nur das Gewebe zwischen den beiden Gefässbündeln und der Epidermis infiziert ist, ist bei Gagea saxatilis das ganze Blatt, ausgenommen einen kleinen Teil, stark kuglig angeschwollen und das Parenchymgewebe bis auf wenige Zellen, die teilweise mit veränderter Form auf der einen Seite liegen oder sich, breitgedrückt, um das Sporenlager herum erstrecken, zerstört.

Ustilago Bistortarum D. C. auf Polygonum viviparum

Norwegen.

Das Vorkommen dieses Pilzes beschränkt sich auf die Blattflächen der Wirtspflanze, wo er in Form rund-

licher oder unregelmässiger, oft zusammenfliessender Schwielen oder Polster auftritt, die rot gefärbt sind.

Auf dem Querschnitt haben die kranken Blätter einen bedeutend grösseren Durchmesser als die normalen. Bei Ersteren hat sich die Epidermis der Blattoberseite stark gewölbt, was bei der der Unterseite weniger der Fall ist, ihre Zellen haben sich langgestreckt.

Wie an noch nicht vollständig zerstörten Blattteilen ersichtlich, haben sich die Zellen des Pallisaden- und auch des Schwammparenchyms vor der Sporenbildung sehr stark vermehrt und viel Nährmaterial aufgenommen. Während das Pallisadenparenchym im gesunden Blatt aus einer, im kranken aus drei Zelllagen besteht, hat das Schwammparenchym im normalen Blatt 3 bis 4, im kranken 6 bis 8 Zellreihen; ausserdem haben sich die einzelnen Zellen sehr vergrössert. In den Hypertrophien erstreckt sich das grosse Brandlager teilweise bis an beide Epidermen, das zwischen letzteren liegende, vorher beschriebene Gewebe ist hier fast vollständig resorbiert, oder es sind noch einige Zellen erhalten geblieben, die dann durch den Druck des Sporenlagers zur Seite gedrängt, eine von den normalen abweichende Form angenommen haben; ebenfalls ist bei ihnen das reine dunkle Chlorophyllgrün der gesunden Blätter in ein helleres Gelbgrün verwandelt.

Befinden sich die Brandlager im Blattnerv, so liegen die Sporen um das Gefässbündel herum, die einzelnen Teile desselben haben dann ihre regelmässige Form und Anlagerung verloren. Beim Betrachten der Epidermis der Blattoberseite von der Fläche, sah ich wie einzelne Conidien einen Keimschlauch entwickelt hatten, der auf der Epidermis entlang kroch und durch eine Querwand in das innere Gewebe eindrang.

Ustilago Bistortarum D. C. auf Polygonum Bistorta

Muskau O. L.

Der Pilz veranlasst auf den Blättern seines Wirtes

rote, nach oben gewölbte Schwielen. Dieselben sind grösser als die von P. viviparum, sie liegen einzeln oder zu mehreren nebeneinander und enthalten die Brandlager, welche mit einer hellroten Haut bedeckt sind.

Beim Vergleich des gesunden und kranken Blattes, beobachtet man bei letzterem eine 4mal stärkere Zunahme der Blattdicke. Die Epidermiszellen, welche normal ebenso hoch wie breit sind, haben sich sowohl auf der Blattober- als auch -Unterseite gestreckt. Das Pallisadengewebe des gesunden Blattes besteht aus zwei Zellreihen, deren Zellen dicht aneinanderschliessen und voll Chlorophyllkörner sind. Das Schwammparenchym besitzt 3 — 4 Zelllagen und kleine Interzellularräume. In den hypertrophierten Blättern hat nun eine starke Zunahme sowohl betreffs der Zahl, wie auch des Volumens der parenchymatischen Zellen stattgefunden. Bei der Sporenbildung ist dieses ganze Gewebe bis auf die vergrösserten Pallisadenzellen der oberen Zellreihe und einige Zellen der an die Epidermis der Blattunterseite anschliessenden Zelllage zerstört; nur wenige Zellüberreste befinden sich zwischen den Sporen. Während die Parenchymzellen bei Polygonum viviparum teilweise zur Seite gedrängt sind, ist dieses also auf dieser Nährpflanze nicht der Fall.

Auch die Mittelrippe des Blattes ist stark angeschwollen. Das Parenchymgewebe hat sich auch hier stark vermehrt und zeigt grosse Hohlräume, die mit Sporen angefüllt sind. Die Gefässbündel haben dieselben Veränderungen erfahren wie bei Polygonum viviparum.

Ustilago echinata Schroet. auf Phalaris arundinacea

Gouvernement Nowgorod.

Das Mycel hatte in den Blättern das zwischen den Nerven befindliche Grundgewebe infiziert, die Zellen ihres Inhaltes beraubt. Das ganze Gewebe war etwas zusammengedrückt, die einzelnen Zellen unregelmässig geformt. Während das Mesophyll im gesunden Blatt

aus 2 Lagen besteht, ist im kranken ein Gewebe mit 4—5 Zellreihen vorhanden, welches sein Chlorophyll verloren hat. Die sich vergrössert habenden Epidermiszellen besitzen keine Ausstülpungen mehr.

Ustilago austro-americana Speg. auf Polygonum Virginianum,
am Missouri.

Der Pilz veranlasst auf den Blättern seiner Nährpflanze sehr merkwürdige, grosse, rotbraune Wucherungen. Die Bildung derselben erfolgt vom Mesophyll aus, indem in diesem durch Einfluss des Pilzes eine ausserordentlich grosse Zellvermehrung stattfindet, welche sich auch auf die Gefässbündel erstreckt. An den Stellen, wo sich die Wucherungen befinden, ist kein Pallisaden- oder Schwammparenchym mehr vorhanden. In dem sich neugebildet habenden Parenchymgewebe befinden sich nun grosse Lücken, welche durch Resorption der Zellen entstanden sind und von einander durch Gefässbündel oder zusammengedrückte Zellen getrennt werden; sie liegen ringförmig um einige nach der Mitte zu gedrängte Gefässbündel. Die erhalten gebliebenen, meist zusammengedrückten Zellen wie auch die der Epidermis sind durch Einfluss des Pilzes dunkelrot gefärbt.

Ustilago Parlatorei Fisch. auf Rumex britannicus,
am Missouri.

Der Petiolus-artige Teil des Blattes war infiziert und zwar am stärksten in den älteren Teilen, wo er aufgeplatzt war. Die Infektion nahm in den, nach der Blattspitze zu gelegenen Teilen ab, bis sie schliesslich ganz aufhörte.

Ich untersuchte durch Querschnitte zunächst die weniger infizierten Stellen und fand, dass das dünnwandige parenchymatische, Krystalldrusen und wenig Chlorophyll enthaltende Gewebe in der Mitte zwischen

den 4 Gefässbündeln zerstört, die toten Zellen teilweise auch zur Seite gedrückt waren. Die Höhlung war mit Sporen angefüllt, zwischen denen sich auch vereinzelt die Drusen vorfanden, jedoch lagen diese meist um das Brandlager herum.

An stärker infizierten Teilen des Blattstiels waren die Gefässbündel weit auseinandergedrängt; zwischen ihnen in der Mitte war die grosse Höhlung mit Sporen angefüllt. Teilweise erstreckte sich die Zerstörung auch noch auf das zwischen den einzelnen Gefässbündeln liegende chlorophyllhaltige Gewebe bis zur Epidermis. Die Gefässe sind hier nicht mehr kreisrund sondern mehr breit geformt, die Siebröhren sind ganz zusammengedrückt, die unter- und oberhalb der Gefässbündel liegenden Sklerenchymzellen sind auch ihrer regelmässigen Form beraubt. Zwischen Letzteren und dem an die Epidermis anschliessenden Collenchymgewebe liegen im gesunden Blattstiel 2 Lagen chlorophyllhaltiger Parenchymzellen; diese sind auch zusammengedrückt und trennen die beiden Gewebe in Form eines bräunlichen Ringes. Bei den Gefässbündeln, wo sich oberhalb keine Collenchymzellen befinden, sondern wie zwischen den Gefässbündeln chlorophyllhaltige Parenchymzellen, grenzen diese direkt in Form einer bräunlichen Masse, ohne regelmässige Zellform an die Epidermis. Bei den aufgeplatzten Blattstielen waren die Gefässbündel auf eine Seite gedrängt und die Epidermis zerrissen, sodass das rotbraune Sporenpulver frei lag.

Tilletia Calamagrostidis Fckl. auf Calamagrostis Epigeios,

Berlin, Johannisthal.

Die Blätter der Wirtspflanze haben an einigen Stellen schwarze Längsstreifen, welche als Sitz des Sporenlagers betrachtet wurden.

Ich untersuchte durch Querschnitte diese infizierten

Teile der Blätter und fand, dass die Sporenmassen die Lage des Mesophylls zwischen den Gefässbündeln inne hatten. Wie an wenig infizierten Stellen ersichtlich, hat vor der Sporenbildung eine Vermehrung des Grundgewebes durch wiederholte Zellteilung stattgefunden. In den gesunden Blattteilen liegen die Zellen des Mesophylls regelmässig nebeneinander und enthalten viel Chlorophyll; das Nährgewebe ist vom Pilz zerstört und befindet sich an dessen Stelle zwischen der Epidermis der Blattober- und -unterseite eine Sporenmasse. Die Epidermiszellen, welche an gesunden Stellen klein, ebenso hoch wie breit sind, sind durch den Druck des Sporenlagers höher und besonders breiter geworden. Die verholzten Zellen der Gefässbündel, an welche sich ober- und unterhalb eine stark verholzte Sklerenchymscheide anschliesst, sind wie ebenfalls letztere weniger verholzt. Das ganze Gefässbündel wie auch die Sklerenchymscheide ist durch den Druck des Sporenlagers auf die Seite gedrängt; die einzelnen Teile haben an stark infizierten Stellen eine unregelmässige Form angenommen und sind aus ihrem Zusammenhang herausgerissen.

In den kranken Blattteilen, wo nicht das ganze Nährgewebe zerstört ist, haben die erhalten gebliebenen Zellen ihr Chlorophyll verloren.

Tilletia Calamagrostidis Fckl. auf Calamagrostis lanceolata,

Berlin, Jungfernheide.

Der Pilz hat hier dieselbe Zerstörung resp. Veränderung veranlasst wie auf der vorigen Wirtspflanze; nur ist hier die Epidermis auf einer oder auf beiden Seiten stärker nach aussen gewölbt, ihre Zellen sind sehr langgestreckt.

Tilletia Calamagrostidis Fckl. auf Calamagrostis arundinacea,

Berlin.

Auch hier sind dieselben Verhältnisse vorhanden

wie in den Blättern von C. Epigeios, jedoch sind die Gefässbündel und die Sklerenchymscheiden auch an stark infizierten Blättern weniger aus ihrem Zusammenhang herausgerissen, als wie die einzelnen Zellen unregelmässig geformt sind.

Tilletia striiformis Westd.
auf Poa Chaixii, Schweiz;
auf Poa pratensis, Coburg;
auf Holcus lanatus, Lichterfelde;
auf Dactylos glomerata, Coburg.

Der Pilz bildet in den Blättern seiner Nährpflanzen lange schwarzbraune Striche.

Bei Vergleich gesunder und infizierter Blätter sieht man, dass letztere einen bedeutend grösseren Durchmesser durch Wölbung der Epidermis nach aussen haben. Die zwischen den Gefässbündeln und den beiden Epidermen befindlichen Parenchymzellen haben sich bei der Bildung der Hypertrophie vermehrt und vergrössert; sie sind dann bei der Sporenbildung von Pilz zerstört, sodass sich an dessen Stelle das Brandlager befindet. Die Epidermiszellen sind im kranken Blatt grösser, haben sich in die Länge gestreckt und weniger dicke Membran.

Die ober- und unterhalb der Gefässbündel liegenden Sklerenchymfasern sind im infizierten Blattteil weniger verholzt als im gesunden und haben wie ebenfalls die Zellen der Gefässbündel ihre regelmässige Form verloren indem sie breit gedrückt sind.

Der Gefäss- und Siebröhrenteil ist im Übrigen in seiner Entwicklung nicht beschränkt.

Tilletia striiformis Westd. auf Bromis inermis, Wilmersdorf.

Der Pilz hat in den Blättern dieselbe Zerstörung resp. anatomische Veränderung veranlasst wie in denen der vorigen Nährpflanzen. Es sind hier jedoch in dem sich an Stelle des Mesophylls gebildet habenden Nähr-

gewebe einige Zellen, welche um das Brandlager herumliegen, erhalten geblieben, sie sind grösser als die entsprechenden Zellen des Mesophylls des gesunden Blattes, jedoch inhaltslos und unregelmässig geformt. In diesem Falle haben die Zellen der Gefässbündel ihre regelmässige Form behalten, nur dann sind dieselben breit gedrückt, wenn das Sporenlager direkt an sie grenzt,

Tilletia striiformis Westd. auf Triticum repens
Wilmersdorf.

Die Sporen haben im Gewebe dieselbe Lage inne wie in den Blättern der vorigen Wirtspflanzen.

Die Epidermiszellen, welche im gesunden Blatt höher wie breit, stark verdickt und wenig ausgestülpt sind, sind im infizierten Blatt bedeutend breiter, nur schwach verdickt und haben die Ausstülpungen verloren. Im normalen Blatt haben auf der Unterseite zwischen 2 Gefässbündeln 5 bis 7 nebeneinanderliegende Epidermiszellen eine von den übrigen abweichende Form, sie sind ausserordentlich hoch, oben schmal und nach der Blattmitte zu sehr breit. Auch sie haben in den kranken Blattteilen, wie sie oben beschrieben wurden, eine gestreckte Form erhalten. An die grossen Epidermiszellen grenzen direkt Spaltöffnungen, in deren Atemhöhlen sich zuweilen kleine Brandlager befinden. In solchen Fällen sind die umliegenden Zellen der Atemhöhle von dem Pilze teilweise zerstört, teilweise zur Seite gedrängt, sodass unregelmässig geformte Zellen oder deren Überreste um das Brandlager herumliegen und dieses scharf von dem erhalten gebliebenen Mesophyll trennen. Die Brandlager erstrecken sich wohl bis zur anderen Epidermis, jedoch auf den Seiten nicht bis zu den Gefässbündeln, weshalb dieselben ihre regelmässige Form und Lage behalten haben. Die Epidermiszellen sind unverändert geblieben, nur die grossen, vorherbeschriebenen, sind etwas zur Seite ge-

drängt und haben eine von denen des gesunden Blattes abweichende Form angenommen.

Tilletia striiformis Westd. auf Milium effusum, bei Leipzig.

Die Brandlager liegen stets in der Nähe eines Gefässbündels, dehnen sich hier aber nicht wie meist auf anderen Wirten bis zu dem auf der andern Seite, allerdings hier ziemlich entfernt liegenden Gefässbündel aus. Wie an wenig infizierten Blattteilen ersichtlich, befinden sich kleine Brandlager in der Mitte des sich durch Einfluss des Pilzes gebildet habenden Nährgewebes. An diesen Stellen sind nur wenige Zellen zerstört; die erhalten gebliebenen sind gross, haben rundliche Form, ziemlich grosse Interzellularräume, kein Chlorophyll und bestehen aus 4 bis 6 Zelllagen. Die entsprechenden Zellen des gesunden Blattes sind kleiner, haben eine mehr breite Form und schliessen dicht aneinander; sie enthalten Chlorophyllkörner und bestehen nur aus 2 bis 3 Zelllagen. Die Epidermiszellen, welche im gesunden Blatt kleine Ausstülpungen besitzen und höher wie breit sind, haben diese verloren und sind eben so hoch als breit. An stärker infizierten Blattteilen ist das ganze, oben beschriebene Nährgewebe zwischen der Epidermis der Ober- und Unterseite, deren Zellen jetzt mehr gestreckt sind, zerstört und an dessen Stelle befindet sich die Sporenmasse, die sich bis an die das Gefässbündel umschliessende Sklerenchymscheide ausgedehnt hat. Sowohl Letztere als auch die zunächst liegenden Gefässe haben eine wenig breitgedrückte Form.

Tilletia aculeata Ule, auf Agropyrum repens, Coburg.

Diese Nährpflanze zeigt an den vom Pilz befallenen Blättern und Blattscheiden tiefschwarze, teilweise unterbrochene, teilweise auch zusammenfliessende Brandstreifen. Bei der Untersuchung dieser kranken Stellen sah ich,

dass die Epidermis der Blattober- wie auch die der Blattunterseite stark nach aussen gewölbt war, ihre Zellen, welche im gesunden Blatt höher wie breit sind, haben sich gestreckt. Der Pilz bildet seine Sporen zwischen je 2 Blattnerven und den beiden Epidermen, nachdem er hier das Nährgewebe zerstört hat. Eine auffällige Veränderung ist jedoch noch in den Blattnerven eingetreten. Im gesunden Blatt liegen ober- und unterhalb der Gefässbündel viele verholzte Sklerenchymfasern; im infizierten Blatt ist jedoch von letzteren eine geringere Anzahl vorhanden, wie auch deren Verholzung eine schwächere ist.

Die normalen Gefässe und Siebröhren sind im kranken Blatt in ihrer Entwicklung und Anzahl zurückgeblieben. Das ganze Gefässbündel ist zur Seite gedrückt, seine Zellen haben durch den Druck des Sporenlagers eine unregelmässige Form. An stärker infizierten Blättern, also da, wo sich zu beiden Seiten eines Gefässbündels die Sporen befinden, ist die Zerstörung soweit gegangen, dass die einzelnen Teile der Gefässbündel und Sklerenchymfasern aus ihrem Zusammenhange herausgerissen und nach oben oder unten in die Nähe der Epidermis gedrückt sind, sodass sich die beiden Sporenlager vereinen. Bei solchen Blattteilen ist häufig nichts weiter erhalten geblieben als die verholzten Zellen und die Epidermis, welche bei der Sporenreife zerreisst.

Tilletia alopecurivora Ule, auf Alopecurus pratensis,

Berlin, botan. Garten.

Der Pilz bildet in den Blättern feine, öfter unterbrochene, schwarze Streifen. Die kranken Blattteile haben zwischen dem Gefässbündel und dem Sklerenchymfaserstrang einen grösseren Durchmesser, da hier die Epidermis der Blattunterseite nach aussen gewölbt ist; ihre Zellen, welche normal höher wie breit sind, haben sich bedeutend gestreckt.

Das Parenchymgewebe ist bis auf einige oberhalb des Gefässbündels resp. der Sklerenchymfasern liegende Zellen, vollständig vom Pilz zerstört. An dessen Stelle befinden sich die Sporenmassen; dieselben grenzen direkt an das Gefässbündel, welches, besonders die Gefässe, wie auch der umliegende Ring verholzter Sklerenchymzellen, durch den vom Brandlager ausgeübten Druck eine etwas unregelmässige, zusammengedrückte Form angenommen hat. Die Gefässe sind aus ihrer normalen Lage verdrängt. An den Stellen, wo sich die Brandlager befinden ist das Gefässbündel und der Faserstrang von einander weiter entfernt als im gesunden Blatt, wodurch auch die Zellen der oberen Epidermis gestreckt erscheinen.

Das Gefässbündel ist im normalen Blatt auf dem Querschnitt fast kreisrund, im kranken Blatt aber weniger breit als hoch.

Hierzu Tafel I.

Doassansia Alismatis Nees auf Alisma Plantago,
Prencow, Ungarn;
auf Alisma Plantago var. lanceolata
Steglitz.

Dieser Pilz bildet auf den Blättern seiner Nährpflanzen, meist auf der Oberseite bräunliche, grobpunktierte, rundliche Flecken.

Bei Untersuchung derselben fand ich, dass die Sporen in dichten Massen subepidermal in Fruchtkörpern lagen, deren äussere Hülle aus pallisadenartigen, braunen, sterilen Zellen besteht. Die Fruchtkörper sind verschieden gross, zuweilen nehmen sie fast das ganze zwischen den beiden Epidermen liegende Gewebe ein, besonders wenn sie zu mehreren nebeneinander liegen.

Die Bildung derselben findet, wie schon C. Fisch[1])

1) C. Fisch, Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch. 1884 p. 405.

und Cornu[1]) bestimmt haben, in den Atemhöhlen statt. Hierbei hat nun meist eine Zerstörung des umliegenden parenchymatischen Gewebes stattgefunden, oder es sind die Zellen zur Seite gedrängt, sodass solche, unregelmässig geformt, um den Fruchtkörper herum, also auch zwischen demselben und der Epidermis liegen, wenn die Fruchtkörper nicht direckt an diese grenzen.

Die normalen Pallisadenzellen, welche fast lückenlos nebeneinander liegen, haben im infizierten Blatt in der Nähe der Fruchtkörper durch deren Druck eine den Schwammparenchymzellen ähnliche, in die Breite gedrückte Form angenommen; ausserdem besitzen sie viele Interzellularräume. Liegen die Fruchtkörper auf der Blattunterseite, so ist im Schwammparenchym dieselbe Zerstörung wie im Pallisadenparenchym vorhanden, nur zeigen hier die umliegenden Zellen eigentümliche Einschnürungen; zum grossen Teil sind sie auch ihres Chlorophylls beraubt. Beim Vergleich eines gesunden und kranken Blattes sieht man, dass der Durchmesser von letzterem an der Stelle, wo sich die Fruchtkörper befinden, bedeutend grösser ist. Die Epidermiszellen des normalen Blattes sind etwas breiter wie hoch, hingegen die des kranken haben sich bedeutend gestreckt und nur geringe Höhe; ihre Aussenwände sind nur schwach verdickt, weshalb sie auch bei der Sporenreife leicht zerreissen.

Meist liegen die Fruchtkörper zwischen je 2 Gefässbündeln einzeln oder zu mehreren, teilweise liegen sie aber auch zwischen einem Gefässbündel und der Epidermis. Eine Veränderung von Ersterem hat aber nicht weiter stattgefunden, als dass dasselbe etwas aus seiner Lage verdrängt ist.

---

1) Cornu, Ann. sc. nat. Tome XV, 1883.

Doassansia Sagittariae Fckl. auf Sagittaria Sagittifolia

Berlin, botan. Garten.

Der Pilz verhält sich in den Blättern ebenso wie in denen von Alisma Plantago. Nur ist er hier in Form bedeutend mehr Fruchtkörper vorhanden, welche sich nicht immer in den Atemhöhlen ausgebildet haben, sondern auch in der Mitte des Mesophylls liegen und teilweise das ganze Grundgewebe einnehmen. Die umliegenden, zur Seite gedrängten, teilweise zwischen den Fruchtkörpern auseinandergezerrten Zellen, haben ihr Chlorophyll verloren und sind dadurch dunkelbraun gefärbt, wodurch sie scharf von dem gesunden, chlorophyllhaltigen Gewebe abgegrenzt sind.

In den infizierten Blattteilen, welche dunkelbraune Flecke zeigen, sind die Fruchtkörper nicht mehr vorhanden, an deren Stelle befinden sich grosse Löcher im Grundgewebe.

Graphiola Phoenicis Moug., auf Phoenix dactylifera;

Botan. Gärten Berlin, Neapel und Modena.

Auf allen drei, aus verschiedenden Gegenden stammenden Nährpflanzen bildet der Pilz auf der Ober- und Unterseite der Blätter rundliche schwarze Höcker.

Die anatomischen Veränderungen, welche der Parasit veranlasst, sind von Ed. Fischer[1]) schon beschrieben. Anknüpfend an dessen Untersuchungen kann ich dieselben zum grössten Teile bestätigen. Einer geringen Abweichung möchte ich jedoch Erwähnung thun. Fischer schreibt, das Mesophyll zeige vom normalen Verhalten nichts Abweichendes, nur der oberste unter dem Fruchtkörper befindliche Teil sei zerstört. Ich fand bei allen Nährpflanzen hingegen, dass die Zellen des erhalten gebliebenen Mesophylls ihre palli-

1) Ed. Fischer, botan. Zeit. 1883 Nr. 45.

sadenähnliche Form und lückenlose Aneinanderlagerung verloren hatten, rundlich geformt und durch kleine Interzellularräume getrennt waren. Ferner hält es Fischer wohl für wahrscheinlich, dass die Hyphen sich noch weiter zwischen den Zellen in das Blattgewebe fortsetzen; ich glaube, dieses jedoch mit Bestimmtheit behaupten zu können, indem ich beobachtete, dass das Mycel selbst durch die, auf der anderen Seite des Fruchtkörpers gelegene Epidermis nach aussen getreten war. Auf den Seiten dringt das Mycel nicht weiter in das Gewebe ein, da es durch die starke Scheide englumiger Fasern, welche die Gefässbündel umgeben, am weiteren Vordringen verhindert ist.

Urocystis Junci Lagh. auf Juncus bufonius, Norwegen.

Der Pilz findet sich in Form schwarzer Flecke in den älteren Teilen der Blätter, speziell da, wo dieselben eine Falte bilden, vor und veranlasst die Bildung von Hypertrophien. Das zwischen den Gefässbündeln liegende parenchymatische Gewebe ist vollständig zerstört, auf der Unterseite bis zur Epidermis, auf der Oberseite bis zu der unter der Epidermis liegenden Zellreihe, welche stets erhalten geblieben ist. Teilweise befinden sich auch die Sporenballen in den Interzellularräumen der Zellen zwischen dem Gefässbündel und der vorher erwähnten Zellreihe; die umliegenden parenchymatischen Zellen haben dann eine unregelmässige Form erhalten; an infizierteren Teilen sind aber auch diese Zellen zerstört. Die Gefässbündel sind insofern durch den Pilz beeinträchtigt, als sie teilweise nach unten verdrängt sind oder auch, wenn sich auf beiden Seiten Sporenlager befinden, die einzelnen Teile einen Druck in die Breite erlitten haben.

Die Epidermiszellen des gesunden Blattes sind höher wie breit, die des infizierten sind jedoch bedeutend

breiter und haben sich vermehrt; die Epidermis ist auf beiden Seiten nach aussen gewölbt. Vor der Sporenbildung hat mit der Vermehrung der Epidermiszellen auch eine solche des Grundgewebes stattgefunden, wodurch die beiden Gefässbündel eine grössere Entfernung von einander bekommen haben.

Urocystis Junci Lagh. β-Johansonii Lagh. auf Juncus bufonius;

Berlin, vor der Jungfernheide.

Der Pilz befällt die Stengel und Blätter seiner Nährpflanze und veranlasst grosse längliche Anschwellungen, die sich meist an deren unteren Teilen befinden und an Stärke nach der Ansatzstelle zunehmen.

Bei Untersuchung der weniger starken Anschwellungen des Stengels sah ich, dass sich ein kleines Brandlager im Rindenparenchym, oberhalb zweier Gefässbündel gebildet hatte.

Der Pilz hatte hier die Zellen bis zu den Gefässbündeln, welche durch verholzte Sklerenchymzellen mit einander in Verbindung stehen und so eine Schutzscheide für das Mark bilden, zerstört, oder zur Seite gedrängt. Ferner war die Epidermis stark nach aussen gewölbt; ihre Zellen da wo sie noch sichtbar waren, breitgedrückt, mit Mycel angefüllt und schliesslich bei der Sporenbildung auch zerstört, sodass die Kutikula, welche ein wenig ihre starke Verdickung verloren hatte, das Brandlager einschloss; dieses war noch umgeben von einem dichten Mycel und von zusammengedrückten Zellen oder deren Überresten. Die Gefässbündel und Sklerenchymscheide, an welche das Brandlager grenzt, haben nicht mehr ihre normale Lage inne, sondern sind wenig nach dem Zentrum des Stengels zu geschoben worden. Die verholzten Sklerenchymzellen, welche die einzelnen Gefässbündel verbinden, haben ihre rundliche Form verloren und sind wenig breitgedrückt. Die Verholzung

der Zellen ist im Allgemeinen eine weniger starke als wie im normalen Gewebe.

Ich untersuchte nun die nach der Wurzel zu an Stärke zugenommen habenden Anschwellungen und fand, dass das ganze Rindenparenchym bis auf Zellüberreste, welche sich meist oberhalb der Gefässbündel befanden, vollständig zerstört war; an dessen Stelle befand sich ein grosses, von der Kutikula umschlossenes Brandlager. Die Zerstörung dehnte sich bis zu den verholzten Zellen aus. Die Ausbildung dieser wie überhaupt des ganzen Gefässbündels, war sehr zurückgeblieben. Die Gefässbündel, welche im normalen Stengel in einem ziemlich grossen Kreise das Mark umschliessen, liegen im kranken Stengel näher nach der Stengelmitte zu und bilden einen Kreis vom halben Durchmesser. Das Mark, das durch den Holzring gegen den Pilz geschützt und normal reich entwickelt ist, besteht nur aus wenigen Zellen, da es in seiner Ausbildung wohl durch den allseitigen Druck beschränkt ist. An noch stärker infizierten Stengelteilen sind die verholzten Sklerenchymzellen und das Mark dunkelbraun gefärbt; im Gefässbündel ist ein Siebteil garnicht mehr erkennbar.

Die Laubblätter wie auch die Vorblätter der Blüten waren ebenfalls an ihrer Basis stark angeschwollen und hier mit Sporenballen angefüllt. Im Übrigen sind dieselben Veränderungen vorhanden wie bei den Blättern von Juncus bufonius aus Norwegen.

Urocystis Junci Lagh., auf Juncus filiformis
Pommern.

Dieser Pilz infiziert die Halme seines Wirtes und veranlasst in diesen die Bildung von Hypertrophien.

In diesen beobachtete ich, wie die Mycelfäden das Parenchymgewebe, welches sich durch den von ihnen ausgeübten Reiz vermehrt hatte, nach allen Richtungen durchzogen, ohne Zerstörung zu veranlassen, zumal sie nur einen Teil des Chlorophylls zur Nahrung aufnahmen.

Ferner sah ich, wie sich die Sporen durch Verwachsen des sich knäuelartig verschlingenden Mycels bildeten und in diesem Stadium Veränderung resp. Zerstörung des Gewebes veranlassten. In dem Nährgewebe waren teilweise grosse Höhlungen vorhanden, die sich von der Epidermis bis zum Mark erstreckten und mit Sporenballen angefüllt waren.

Das Mycel dringt von der Epidermis aus durch das chlorophyllhaltige Pallisadengewebe und das Parenchymgewebe, welches zwischen den Gefässbündeln liegt, bis zum Zentrum des Halmes vor, zerstört hier das dünnwandige, sich vermehrt habenbe Gewebe und bildet hier die meisten Sporenballen. Das Mycel hat teilweise die Entwicklung junger Gefässbündel verhindert. Auf ältere Gefässbündel hat der Pilz insofern eingewirkt, als die Zellen derselben sich mehr in die Breite parallel zur Epidermis entwickelt haben.

Bei der Sporenreife platzen die Halme auf. Auf Querschnitten sieht man, dass bevor dieses stattfindet, ein grosser Druck auf das ganze Gewebe ausgeübt wird.

Urocystis Fischeri Koern. auf Carex vulgaris,

Norwegen.

Syn. Uredo Agropyri Preuss,

die nach Fisch. v. Waldh. zu Urocystis gestellt, also Urocyst. Agropyri Fisch. v. Waldh. heisst. Koernicke[1]) nennt diese, da nicht anzunehmen ist, dass dieselbe Ustilaginee auf einer Graminee und Cyperacee vorkommt, welche die Blätter und Halme von Carex bewohnt, Urocystis Fisch. Koern.

Es standen mir nur die Blätter von Carex vulgaris zur Verfügung, welche von dem Pilz befallen waren. Durch Querschnitte verglich ich die gesunden und infizierten Blätter mit einander und fand, dass bei letzteren

1) Koernicke, Hedwiga 1877 p. 34.

das zwischen den Gefässbündeln liegende Parenchymgewebe, nachdem deren Zellen sich vorher vermehrt und vergrössert haben, bis zu beiden Epidermen vollständig zerstört und mit Sporenballen angefüllt war. Die Epidermis der Blattober- und Blattunterseite ist an den infizierten Stellen stark nach aussen getreten; die Zellen derselben, welche im gesunden Blatt ungefähr gleich hoch und breit sind und Ausstülpungen besitzen, haben diese in den kranken Blattteilen verloren und sind langgestreckt. Die beiden zur Seite der Sporenlager liegenden Gefässbündel sind hier weiter von einander entfernt als im normalen Blatt; sie sind vom Pilz nicht weiter beeinflusst, als dass sie durch den Druck des Sporenlagers wenig ihre regelmässige Form verloren haben und wie auch die Sklerenchymscheide auf die Seite gedrängt sind.

Hierzu Tafel II.

Urocystis Fischeri Koern. auf Carex incurva,
Norwegen.

Die Blätter zeigten an den kranken Stellen schwarze Striche.

Der Pilz hat in ihnen dieselbe Zerstörung veranlasst wie in denen von C. vulgaris. Jedoch ist auf dieser Nährpflanze an weniger infizierten Stellen nur das in der Mitte liegende, dünnwandige Parenchymgewebe zerstört, während das chlorophyllhaltige erhalten geblieben ist; allerdings wird auch dieses nach allen Richtungen von den noch sichtbaren Hyphen durchzogen, wodurch die Zellen ihre Pallisadenform, wie auch ihr Chlorophyll verloren und eine rundliche Form erhalten haben. An stärker infizierten Teilen ist aber auch dieses Gewebe zerstört und befinden sich an dessen Stelle die Sporen. Die Gefässbündel mit Sklerenchymscheide sind nicht verändert. In den jüngeren infizierten Blattteilen erstrecken sich die Brandlager bis zu beiden Epidermen, von diesen nur durch einige breitgedrückte Zellen oder

deren Überresten, welche das ganze Sporenlager einhüllen getrennt.

Urocystis Anemones Pers. auf Anemone Hepatica, Berlin, botan. Garten.

Der Pilz tritt an den Blättern seiner Nährpflanze als becherartige Frucht auf.

Auf Querschnitten sah ich, dass die Sporenballen in grossen Mengen, umgeben von einem dichten Mycelgeflecht, welches sich noch weit in das erhalten gebliebene Gewebe verzieht, unter der Epidermis der Blattoberseite lagen. An diesen Stellen sind die Pallisadenzellen zerstört. Die in der Nähe liegenden Zellen des Pallisaden- und Schwammparenchyms sind von Mycel dicht umgeben, welches teilweise seitliche Auswüchse (Haustorien) entsendet, die durch scharfe Zuspitzung die Zellmembran durchstechen, in den Zellen blasig anschwellen und so durch Osmose den Inhalt aufnehmen.

Die Pallisadenzellen des gesunden Blattes haben eine gleichmässige Form und schliessen lückenlos aneinander, sie sind voll von dunkelgrünen Chlorophyllkörnern. Diejenigen des kranken Blattes, welche also in der Nähe der Sporen liegen und noch erhalten sind, haben eine starke Volumenzunahme erfahren; sie sind nicht mehr pallisadenartig, sondern ähneln sehr dem Schwammparenchym, auch schliessen sie nicht mehr direkt zusammen, sondern werden öfters durch Interzellularräume getrennt, welche dicht mit Mycel angefüllt sind. Die Chlorophyllkörner haben eine hellgrüne Farbe. Auch im Schwammparenchym ist eine Veränderung eingetreten. Dasjenige des gesunden Blattes besitzt kleine Interzellularräume und besteht aus 3 Zelllagen. Im infizierten Blatt hingegen hat vor der Zerstörung eine Vergrösserung und Vermehrung der Zellen stattgefunden, auch haben dieselben eine unregelmässig gestaltete Form erhalten; das Schwammparenchym besteht hier aus

5 bis 6 Zellreihen. Auch die Interzellularräume haben sich vergrössert und sind mit Mycel ausgekleidet. Da wo die Sporenbildung unterhalb der Epidermis der Blattoberseite stattgefunden hat und die Pallisadenzellen zerstört sind, hat die Zerstörung auch zum grossen Teil das darunterliegende Schwammparenchym in Mitleidenschaft gezogen. Die Epidermiszellen der normalen Blattunterseite, welche ebenso hoch als breit sind, haben sich im infizierten Blatt vergrössert, die der Blattoberseite sind langgestreckt. Bei einem Vergleich beider Epidermen von der Fläche sieht man, dass die Zellen der gesunden Epidermis starke Einbuchtungen besitzen, wodurch sie eine Art sternförmige Gruppierung zeigen, während diejenigen des kranken Blattes diese Einbuchtungen fast ganz verloren und eine quadratische Form haben.

Urocystis Anemones Pers. auf Anemone nemorosa,

Muskau O. L.

Der Pilz tritt auf den Blättern seiner Nährpflanze in Form von rundlichen oder länglichen, breiten Schwielen auf, die von der grauschimmernden Epidermis bedeckt werden.

Bei deren Untersuchung sah ich, dass sich die Sporen in Form eines gegen das Gewebe scharf abgegrenzten, kreisrunden Brandlagers zwischen der Epidermis der Blattober- und Blattunterseite befanden und hier das ganze Grundgewebe zerstört war; teilweise waren auch die Zellen zur Seite gedrückt und hatten dann eine breite unregelmässige Form; sie hatten, wie auch die anderen in der Nähe der Sporen befindlichen Zellen ein helles Chlorophyll, da das dunkle der normalen Zellen zur Nahrung des Pilzes teilweise verbraucht war. Die Epidermis der Blattober- und -unterseite ist nach aussen gewölbt; zwischen ihr, deren Zellen sich gestreckt haben, und dem Sporenlager befinden sich

Zellüberreste. Die kranken Blattstellen haben einen dreimal so grossen Durchmesser als die gesunden.

Die Gefässbündel, welche im gesunden Blatt in der Mitte liegen, sind im kranken Blatt, wenn die Sporenlager sich in ihrer Nähe befinden, aus ihrer Lage nach der Epidermis zu verdrängt; sie sind in ihrer Entwicklung zurückgeblieben, die einzelnen Teile haben ihre regelmässige Form verloren.

An stark infizierten Blattteilen, also da, wo sich mehrere Brandlager nebeneinander befinden, sind die dazwischen liegenden Zellen sehr gross und inhaltslos; teilweise sind auch sie zerstört und ausser Zellüberresten nur die aus ihrer normalen Lage verdrängten Gefässbündel, deren einzelne Teile zerstreut umherliegen, erhalten geblieben.

Im Übrigen sind dieselben Verhältnisse vorhanden wie auf der vorigen Nährpflanze.

Urocystis Anemones Pers. auf Ranunculus auricomus; Norwegen.

Die erkrankten Blätter und Stengel zeigen grosse Anschwellungen der betreffenden Teile, die mit Sporenballen angefüllt sind.

Die hypertrophierten Stengel, welche auf der einen Seite blasig angeschwollen sind, haben einen bedeutend grösseren Durchmesser als die gesunden. An Stelle des zwischen 2 Gefässbündeln und der Epidermis gelegenen Rindenparenchyms hat sich durch Einfluss des Pilzes ein Nährgewebe gebildet, welches entweder grosse Löcher enthält oder bis zur Epidermis zerstört und mit Sporenballen angefüllt ist. Die wenigen erhalten gebliebenen Zellen sind doppelt so gross als die entsprechenden des normalen Rindenparenchyms; sie enthalten viel Nährmaterial und haben braune und verdickte Membranen. Die Epidermiszellen haben sich vermehrt und gestreckt, sie sind bei der Sporenreife zerrissen.

Die beiden Gefässbündel haben ihre regelmässige Anordnung verloren, auch sind die Bastfasern kaum noch sichtbar.

Die erkrankten Blätter zeigen grössere Auftreibungen als bei den vorigen Nährpflanzen, indem sich das Nährgewebe, welches grösstenteils zerstört ist, reichlicher entwickelt hat. Im Übrigen sind aber die gleichen Verhältnisse wie dort.

Auch die Perigonblätter zeigen ähnliche Hypertrophien; der Durchmesser bei diesen ist 6 bis 8 mal so gross als bei den normalen. An Stelle der wenigen Parenchymzellen hat sich ein ausgedehntes Nährgewebe gebildet, in welchem sich grosse Höhlungen, die mit Sporenballen angefüllt sind, befinden. Zuweilen liegen 2 Brandlager nebeneinander, die nur durch die aus ihrer Lage und ihrem Zusammenhange verdrängten Gefässbündel getrennt werden.

Urocystis Anemones Pers. auf Helleborus viridis.
Italien.

Die kranken Stengel und Blätter, letztere besonders in der Nähe der Nerven, zeigen grosse Anschwellungen, welche die Brandlager enthalten.

Die vom Pilz veranlassten Veränderungen im Grundgewebe der Blätter sind dieselben, wie sie bei Anemone nemorosa beschrieben wurden.

Der gesunde Stengel hat auf dem Querschnitt vielfach Einbuchtungen, dieselben sind im kranken Stengel an den Stellen, wo sich die Brandlager befinden, nicht mehr vorhanden, da die Epidermis hier nach aussen gewölbt ist. Durch Einfluss des Pilzes hat sich an Stelle des Rindenparenchyms ein ausgedehntes Nährgewebe gebildet. Dasselbe ist, wie auch das Parenchymgewebe des Marks zwischen den auseinandergedrängten Gefässbündeln bis auf wenige Zelllagen unterhalb der Epidermis, vollständig zerstört resp. zur Seite gedrängt, oder es besitzt Höhlungen, die durch Resorption der Zellen seitens des sporenbildenden Mycels entstanden und mit Sporen angefüllt sind.

Die Sklerenchymscheide, welche sich im gesunden Stengel direkt oberhalb der Gefässbündel befindet, ist aus ihrer Lage auf die Seite gedrängt.

Urocystis Anemones Pers. auf Helleborus dumetorum
Budapest.

Die Sporenmassen befinden sich in ausserordentlich grossen, blasigen Anschwellungen an den Blattrippen besonders in der Blattachse.

Das ganze Parenchymgewebe hat sich bei der Bildung der Hypertrophie durch Zellteilung stark vermehrt. Dieses Nährgewebe, welches aus grösseren Zellen als die entsprechenden des normalen Blattes besteht, ist bis zur Epidermis vollständig zerstört. Die aus ihrem Zusammenhange herausgerissenen Gefässbündel liegen zerstreut zwischen den Sporenmassen herum. Bei der Sporenreife zerreisst die Epidermis.

Urocystis Anemones Pers. auf Ranunculus bulbosus,
Pisa.

Die kranken Blätter haben grosse, schwarze Schwielen; sie besitzen an diesen Stellen einen 4 bis 5 mal so grossen Durchmesser als die gesunden. Das normale Mesophyll besteht aus einer Reihe regelmässiger, lückenlos aneinander schliessender, chlorophyllhaltiger Pallisadenzellen und 3 Reihen unregelmässiger, ebenfalls chlorophyllhaltiger Schwammparenchymzellen mit grossen Interzellularräumen.

Bei der Bildung der Hypertrophie haben sich die Palisadenzellen um das Doppelte vergrössert; im Übrigen aber ihre Form und Lagerung behalten. Im Schwammparenchym ist die grösste Veränderung eingetreten; es hat sich an dessen Stelle ein aus regelmässig rundlichen, grossen Zellen bestehendes Gewebe mit kleinen Interzellularräumen gebildet, welches aus 6 bis 8 Zelllagen besteht. Der Pilz hat nun dieses ganze Gewebe unter der unteren Epidermis, die nach aussen gewölbt ist

und deren Zellen sich gestreckt haben, bis auf wenige Zellen unterhalb des Pallisadenparenchyms zerstört. Die erhalten gebliebenen Zellen haben durch Verlust von einem Teile ihres Chlorophylls eine hellbraune Farbe. Die Gefässbündel sind nicht verändert, sondern nur aus ihrer Lage wenig verdrängt.

Urocystis Agropyri Preuss, auf Triticum repens, Wilmersdorf;
auf Holcus mollis
bei Berlin

Die Sporenlager befinden sich auf den Blättern beider Nährpflanzen in grossen schwarzen Längsreihen. Die kranken Blattteile haben einen doppelt so grossen Durchmesser als die normalen.

Das Grundgewebe zwischen beiden Epidermen und den Gefässbündeln ist nach Bildung einer starken Hypertrophie zerstört; an dessen Stelle befinden sich die Sporenballen. Die Gefässbündel sind aus ihrer Lage verdrängt, die einzelnen Teile, speziell die Gefässe, sind besonders dann, wenn sich auf beiden Seiten Brandlager befinden, oder im andern Falle die demselben am nächsten liegenden Zellen breitgedrückt. Die Epidermiszellen, welche im gesunden Blatte höher wie breit sind und kleine Ausstülpungen besitzen, haben letztere verloren und sind langgestreckt.

In den Blattscheiden ist die Zerstörung teilweise nicht so weit vorgeschritten; es sind, allerdings chlorophylllose Zellen des Nährgewebes, welche das Brandlager regelrecht umschliessen, erhalten geblieben.

Urocystis Corydalis Niessl, auf Corydalis cava; Connewitz.

Der Pilz bildet auf beiden Seiten der Blätter vorgewölbte, gelbliche Pusteln. Die Zerstörungen resp. anatomischen Veränderungen sind denen, welche Entyloma bicolor auf den Papaveraceen veranlasst, wie ich sie

später noch beschreiben werde, sehr ähnlich. Die kranken Blattteile haben einen 3 bis 4 mal so grossen Durchmesser als die normalen. Die Zellen der nach aussen gewölbten Epidermis haben sich gestreckt. Das Nährgewebe ist entweder vollständig zerstört oder es sind noch, allerdings nur bei weniger infizierten Blattteilen, zusammengedrückte Zellen resp. deren Überreste sichtbar. Die Gefässbündel sind auch im zuerst erwähnten Falle erhalten geblieben, sie sind allerdings aus ihrer Lage vollständig zur Seite des Brandlagers geschoben; die einzelnen Teile haben eine unregelmässige Form und sind aus ihrem Zusammenhange herausgerissen.

Das Aussehen der Sporen, wie auch das Verhalten des Pilzes auf seinem Wirte lässt eher auf eine Entylomaart schliessen.

Urocystis Colchici Schlecht. auf Muscari comosum, auf Colchicum autumnale;

Ungarn.

Die Sporen befinden sich in den Blättern in beiderseits blasig emporgewölbten Pusteln von verschiedener Länge, die oft dicht nebeneinander liegen, auch zusammenfliessen. Die graue Epidermis ist teilweise schon zerrissen.

Die kranken Blattteile haben einen 3 bis 6 mal so grossen Durchmesser wie die gesunden; die Epidermiszellen haben sich bei ersteren bedeutend gestreckt. Das Grundgewebe des normalen Blattes besteht aus 3 bis 4, das des hypertrophierten aus 8 bis 9 Lagen grosser Zellen. Dieses Gewebe ist nun bei der Sporenbildung teilweise vollständig zerstört bis auf breitgedrückte Zellen, die um das Brandlager herumliegen und dieses von der Epidermis trennen, oder enthält grosse Höhlungen, die mit Sporen angefüllt sind. In letzterem Falle sind die Sporenballen von dichtem Hyphengeflecht umgeben, welches sich in die umliegenden Parenchym-

zellen erstreckt, wodurch dieselben ihre regelmässige Form und ihr Chlorophyll verloren haben. Zuweilen liegen 2 Brandlager nebeneinander und werden durch die, wenig nach der Epidermis zu verdrängten Gefässbündel und ein an diese bis an die andere Epidermis anschliessendes Parenchymgewebe getrennt. Letzteres ist bei stärkerer Infektion auch zerstört und sind nur die Gefässbündel erhalten geblieben.

Die kranken Blattteile sind von den gesunden scharf abgegrenzt, teilweise durch ihre, wie an weniger infizierten Teilen ersichtlich, starke Zellvermehrung oder bei infizierteren Blättern durch die Zellüberreste, welche das Brandlager umschliessen.

Urocystis Colchici Schlecht., auf Allium nigrum;

Modena.

Der Pilz verhält sich in den Blättern wie in denen der vorigen Nährpflanzen. Jedoch haben hier die Brandlager eine verschiedene Lage, entweder wie dort, oder sie liegen direkt unterhalb der Epidermis und dehnen sich nur bis zur Blattmitte aus. Die Zellen sind hier weniger zur Seite gedrückt als dass sie meist zerstört sind.

Urocystis sorosporioides Koern. auf Thalictrum flexuosum;

Insel Rügen.

Der Pilz tritt in den Blättern und Blattstielen, bei letzteren besonders an der Insertionsstelle von mehreren Stielen, in Form stark gewölbter Schwielen auf.

Die kranken Blattteile zeigen auf dem Querschnitte eine fast kreisrunde Form, dadurch, dass die Epidermis der Blattober- und -unterseite stark nach aussen gewölbt ist; ihre Zellen, welche im gesunden Blatte Ausstülpungen besitzen, haben diese verloren und sind langgestreckt. An Stelle des Mesophylls, welches aus Pallisaden- und Schwammparenchym besteht, hat sich durch den Pilz-

reiz ein grosses Nährgewebe gebildet, welches bei der Sporenbildung bis auf wenige Zellen zerstört ist. Teilweise sind diese zur Seite gedrückt, haben dann eine breite Form, ein helleres Chorophyll und liegen ringsum das Brandlager herum. Zwischen diesen Zellen liegen die aus ihrer Lage verdrängten Gefässbündel. Auf der Flächenansicht haben die normalen Epidermiszellen Einbuchtungen; bei den kranken Blattteilen fehlen diese vollständig, die Zellen haben eine fast quadratische Form.

In den Blattstielen hat das bei der Bildung der Hypertrophie entstandene Nährgewebe zwischen den Gefässbündeln grosse Löcher, die mit Sporen angefüllt sind und durch Resorption der Zellen seitens des Mycels entstanden sind.

Urocystis sorosporioides Koern. auf Thalictrum minus;

Kl. Machnow.

An dem mir zu Verfügung stehenden Material waren keine infizierten Blattstiele vorhanden. Die kranken Blätter verhielten sich ebenso wie die von Th. flexuosum.

Cintractia arctica Lagh. auf Carex glareosa, auf Carex lagopina;

Norwegen.

In den zusammengerollten Blättern beider Wirtspflanzen sind die nach innen zu gelegenen Teile infiziert.

Der Pilz hat in diesen das Grundgewebe zwischen den Nerven und den stark nach aussen gewölbten Epidermen zerstört. Die Gefässbündel sind auseinandergedrängt, ihre einzelnen Teile etwas breitgedrückt. Bei der Sporenreife zerreisst die Epidermis.

Entyloma Ranunculi Bon. auf Ranunculus repens;

Norwegen.

Der Pilz erzeugt auf den Blättern weissliche bis

gelblichbräunliche Flecke. Im gesunden Blatte schliessen die Pallisadenzellen lückenlos an die Epidermis wie auch unter sich aneineinder. Das Schwammparenchym hat kleine Interzellularräume und liegt auch direkt unterhalb der Epidermis. Im infizierten Blatt befindet sich ein grosses Pilzmycel in den Atemhöhlen oder aber auch zwischen dem Mesophyll und der Epidermis; letztere ist in solchen Fällen in die Höhe gehoben und haben sich deren Zellen wenig gestreckt. Das Mycel verbreitet sich in den Epidermiszellen und dringt dann, ohne sie zu zerstören, durch dieselben oder von den Atemhöhlen aus durch die Spaltöffnungen nach aussen.

Die Pallisadenzellen haben im kranken Blatt ihre regelmässige Form verloren und Interzellularräume erhalten, welche dicht mit Mycel ausgefüllt sind; dieses ist ebenfalls bei den Zellen des Schwammparenchyms der Fall. Teilweise sind auch einige Zellen, besonders die umliegenden der Atemhöhlen, wenn diese Mycel enthalten, resorbiert. Die erhalten gebliebenen Zellen sind durch teilweisen Verlust ihres Chlorophylls braun gefärbt.

Die Sporen werden an beliebigen Stellen interzellular und auch in den Epidermiszellen gebildet. Sie stäuben nicht aus, sondern bleiben eingeschlossen und keimen schon auf der Nährpflanze, indem ihr Promycel, auf der Oberfläche des Blattes, an der Spitze einen Büschel von Sporidien wie bei Tilletia bildet. Auch die Mycelbündel bilden, wenn sie durch die Epidermis resp. Spaltöffnung auf die Oberfläche gedrungen sind, hier Conidien.

Entyloma Ranunculi Bon. auf Ranunculus sceleratus Steglitz.

Die infizierten Blattteile haben einen grösseren Durchmesser wie die normalen, aber auch als die von R. repens.

Wie dort, so ist auch hier das ganze Gewebe mit Mycel angefüllt, nur ist dessen Ausbreitung und zerstörende Wirkung auf dieser Nährpflanze eine bedeutend ausgedehntere, erstere vor Allem zwischen dem Mesophyll und der Epidermis. Das Pallisaden- wie auch Schwammparenchym zeigt grosse Höhlungen, die mit Mycel angefüllt sind; die umliegenden Zellen haben ihre regelmässige Form verloren und sind breitgedrückt. An infizierten Blattteilen ist das ganze Mesophyll zerstört oder zur Seite gedrängt.

Im Übrigen sind die gleichen Verhältnisse wie auf der vorigen Nährpflanze.

Entyloma Ranunculi Bon. auf Ranunculus Ficariae;
Ungarn.

Die kranken Blätter haben einen doppelt so grossen Durchmesser als die normalen. Die Zellen des Mesophylls, deren Interzellularräume mit Mycel und Sporen angefüllt sind, haben eine unregelmässige Form, enthalten nur wenig Chlorophyll und sind auch teilweise vollständig resorbiert. An stärker infizierten Blattteilen befindet sich an Stelle des Mesophylls ein grosses Mycel- und Sporenlager und wenige tote Zellen. Die weiteren vom Pilz veranlassten Veränderungen resp. dessen Verhalten ist dasselbe wie auf R. repens.

Entyloma serotinum Schroet. auf Symphytum officinale;
Muskau O. L.

Die Sporen befinden sich in runden, bräunlichen, reichlich über die Blattfläche verbreiteten Flecken.

Der Pilz verhält sich hier ebenso wie E. Ranunculi auf Ranunc. repens Die Sporenbildung findet jedoch meist im Schwammparenchym statt, welches hierbei teilweise zerstört wird.

Bei Betrachtung der Epidermis von der Fläche, sah ich, dass die Sporen schon auf ihrer Nährpflanze keimten.

Entyloma serotinum Schroet. auf Symphytum tuberosum;

Rom.

Der Pilz verhält sich in den Blättern ebenso wie in denen von S. officinale; jedoch findet die Sporenbidung sowohl im Pallisaden- als auch Schwammparenchym in gleicher Anzahl statt.

Entyloma serotinum Schroet. auf Borago officinalis;

München.

Die Sporen liegen in grossen, zahlreichen Höhlungen, welche durch Verdrängen resp. Resorption der Zellen seitens des sporenbildenden Mycels entstanden sind, im Pallisaden- und Schwammparenchym, oder zwischen deren Zellen zerstreut. Letztere haben dann eine unregelmässige Form, enthalten teilweise ein helleres Clorophyll oder sind braun gefärbt. Der Einfluss des Pilzes ist hier also ein grösserer als auf den vorigen beiden Nährpflanzen; die weiteren Verhältnisse der kranken Blätter resp. der Sporen sind aber dieselben wie dort.

Entyloma canescens Schroet. auf Myosotis palustris;

Muskau O. L.

Die vom Pilz befallenen Blätter haben gelbliche, runde Flecken von 3 mm Durchmesser.

Der Pilz tritt hier auf in Form eines dichten Mycels, welches das Mesophyll in den sich vergrösserthabenden Interzellularräumen nach allen Seiten durchzieht. Die Zellen haben dadurch ihre regelmässige Form, teilweise auch ihr Chlorophyll verloren. Die Epidermis ist meist zerstört; wenn sie jedoch erhalten geblieben ist, so dringen die Mycelfäden durch ihre Zellen hindurch und bilden auf der Oberfläche Conidien. Die Epidermiszellen heben sich gestreckt.

Entyloma microsporum Ung. auf Ranunculus repens;
Steinach a/S.

Der Pilz erzeugt in den Blättern stark nach unten emporgewölbte, rundliche, hellgelbe Pusteln. Das Aussehen des gesunden Blattquerschnittes ist schon bei Entyloma Ranunculi beschrieben. Im infizierten Blatt sind beide Epidermen, besonders die untere, nach aussen gewölbt, ihre Zellen sind grösser und langgestreckt. An Stelle des Mesophylls hat sich ein grosses Nährgewebe gebildet. Dasselbe ist bis auf Zellüberreste resp. zusammengedrückte Zellen, welche zwischen den Sporenhaufen liegen und durch Verlust ihres Chlorophylls gelblich gefärbt sind, zerstört, sodass sich zwischen der Epidermis der Ober- und Unterseite ein grosses Brandlager befindet. Die Gefässbündel sind teils zur Seite gedrängt oder aus ihrem Zusammenhange herausgerissen; die einzelnen Teile liegen dann zerstreut zwischen den Sporen.

Hierzu Tafel III.

Entyloma bicolor Zopf, auf Papaver Argemone
Lichterfelde;
auf Papaver Rhoeas
Wilmersdorf.

Die kranken Blätter, welche grosse braune Flecke zeigen, haben einen doppelt so grossen Durchmesser als die gesunden. Die Zerstörung im Mesophyll ist fast die gleiche, wie sie der vorige Pilz auf seiner Nährpflanze veranlasst hat, nur sind hier mehr die Zellen erhalten geblieben, dann allerdings stark zusammengedrückt; zwischen ihnen liegen die Sporen. Die Epidermiszellen haben sich vergrössert und gestreckt. Die Sporen sind nun nicht nur in diesen grossen Anschwellungen vorhanden, sondern, wenn auch vereinzelt in dem umliegenden, nicht hypertrophierten Gewebe. Hier liegen die Pallisadenzellen nicht mehr lückenlos aneinander, dieselben werden durch Interzellularräume, in welchen die Sporen liegen, getrennt.

In den Blattstielen hat der Pilz auch Anschwellungen hervorgerufen; die Sporen liegen hier in grosser Anzahl zwischen den Parenchymzellen um die Gefässbündel herum; erstere sind bedeutend zahlreicher vorhanden, auch besitzen sie ein grösseres Volumen als die entsprechenden des normalen Blattstiels; jedoch haben sie keinen Inhalt und ausserdem eine unregelmässige Form. Die Epidermiszellen der Unterseite des Blattstiels haben sich vermehrt, sie sind jedoch nicht breiter geworden, diejenigen der Oberseite haben sich gestreckt.

Entyloma bicolor Zopf, auf Papaver somniferum; Leutschau in Ungarn.

Die kranken Blätter sind an grossen schwarzen Flecken kenntlich.

Die Zerstörung, welche der Pilz im Mesophyll veranlasst, ist fast die gleiche wie auf den vorigen Wirten. Jedoch ist hier das ganze stark hypertrophierte Grundgewebe bis auf wenige Zellüberreste und die aus ihrer Lage verdrängten Gefässbündel vollständig zerstört. In der Nähe der eigentlichen grossen Brandlager liegen auch noch Sporen zwischen den meist erhalten gebliebenen, teilweise auch resorbierten Zellen; erstere sind auf dieser Nährpflanze grösser als die des gesunden Blattes, haben ihren Inhalt verloren und eine unregelmässige Form. Hier ist dann der Durchmesser des Blattes nicht so gross als wie in dem stark infizierten.

Die Conidien werden schon auf der Nährpflanze gebildet.

Entyloma Linariae Schroet. auf Linaria vulgaris Lichterfelde und Muskau O. L.

Die kranken Blätter haben gelbliche, zusammenfliessende Flecken.

Die Pallisadenzellen schliessen bei der gesunden Linaria lückenlos aneinander, sind voll Chlorophyllkörner und bestehen aus 2 Lagen. Im kranken Blatt

haben diese Zellen sich vergrössert, ferner werden sie durch öfteres Auftreten von Interzellularräumen von einander getrennt, in welchen das Mycel seine Sporen bildet, und haben dadurch ihre Pallisadenform wie auch einen Teil ihres Chlorophylls verloren; ausserdem ist bei ihnen keine regelmässige Lagerung mehr vorhanden. Die Zellen des gesunden Schwammparenchyms besitzen nur kleine Interzellularräume; die des kranken werden hingegen durch grössere Zwischenräume getrennt, welche durch Resorption der umliegenden Zellen bei der Sporenbildung entstanden sind. Diese Veränderungen sind meist in der Nähe der Blattnerven eingetreten; teilweise besitzt hier auch das Pallisadengewebe grössere Lücken.

Die Gefässbündel haben keine Veränderung erfahren.

Entyloma Linariae Schroet. auf Linaria vulgaris;

Steglitz.

Der Pilz verhält sich in den Blättern fast ebenso wie in denen der vorigen, aus anderen Gegenden stammenden L. vulgaris. Nur ist hier die Zerstörung eine noch grössere, indem die Brandlager das ganze zwischen der Epidermis der Blattober- und -unterseite gelegene Gewebe ausfüllen, und die einzelnen Sporenhaufen nur durch Zellüberreste von einander getrennt werden.

Entyloma Menispermi Farlow and Trelease, auf Menispermum canadense;

Kansas.

Der Pilz ruft auf den Blättern die Bildung brauner, flacher Flecke hervor.

Die Veränderungen sind hier dieselben wie sie der vorige Pilz auf seiner Nährpflanze verursacht. Die Sporenbildung findet im Pallisaden-, meist jedoch im Schwammparenchym statt. Der Pilz bildet ebenso wie E. Ranunculi bereits auf seinem Wirte Conidien.

Entyloma irregulare Johans. auf Poa annua;

Wexiö, Island.

Die kranken Blätter zeigen auf der Ober- und Unterseite schwarze, runde oder wenig längliche Punkte.

Die Sporen liegen, meist gruppenweise zusammenlagernd, in dem Mesophyll um die Gefässbündel herum bis zur Epidermis, indem hier das im normalen Blatte gleichförmige Gewebe zerstört ist, oder sie liegen einzeln zwischen den zusammengedrückten Zellen. Letztere sind im gesunden Blatte breiter wie hoch und liegen lückenlos nebeneinander; sie bestehen aus 3 bis 5 Zelllagen. Im infizierten Blatt hingegen sind 6 oder 7 Zellreihen vorhanden, die Zellen sind rundlich und haben Interzellularräume, in welchen das Mycel die Sporen bildet. Erst jetzt tritt eine Deformierung der Zellen, wie sie oben beschrieben wurde, ein.

Die Epidermis ist nach aussen gewölbt, ihre Zellen haben sich gestreckt. Die Sporen keimen schon in den Blättern.

Entyloma Calendulae Oudem, auf Leontodon hispidus;

Muskau O. L.

Die erkrankten Blätter zeigen bräunliche, runde, unregelmässig zerstreute, flache Flecken.

Die infizierten Blattteile haben einen doppelt so grossen Durchmesser wie die normalen. Die Sporen haben sich wie bei allen Entylomaarten interzellular gebildet, was noch deutlich an der Zusammenlagerung in einzelnen Haufen sichtbar ist.

Das Grundgewebe ist bis zur Epidermis vollständig zerstört; die Zellen von letzterer haben sich gestreckt. Das das Gefässbündel des Mittelnervs umgebende parenchymatische Gewebe ist stark hypertrophiert, wodurch der Durchmesser des Blattes an dieser Stelle ein grösserer ist als im normalen Blatte. Die anatomischen Ver-

änderungen sind hier sehr bedeutend. Die Zellen der oberen Epidermis haben sich etwas gestreckt; hingegen die der unteren, welche in gesunden Blattnerven eine regelmässige Form besitzen und stark verdickt sind, haben im kranken Blattnerv eine sehr unregelmässige Form und sind weniger verdickt. Das Gewebe zwischen dem Gefässbündel und der oberen Epidermis ist zerstört und mit Sporenhaufen angefüllt, um welche noch Zellüberreste liegen. Hingegen das Parenchymgewebe unter der unteren Epidermis ist nicht zerstört; die Sporenhaufen liegen zwischen den Zellen. Letztere haben ihren Inhalt verloren, ferner eine sehr unregelmässige längliche Form und grosse Zwischenräume, in welchen die Sporen liegen, es ist bei ihnen keine regelmässige Lagerung mehr vorhanden. Die Gefässe sind in viel geringerer Zahl ausgebildet, während ein Siebteil gar nicht erkennbar ist. Im normalen Blattnerv liegen unterhalb des Gefässbündels eine grosse Anzahl Collenchymzellen; im infizierten Nerv sind bedeutend weniger dieser Zellen entwickelt, ausser dem haben sie die collenchymatische Verdickung nicht mehr, wodurch sie grösser erscheinen.

Entyloma Calendulae Oud. auf Arnoseris minima; Muskau O. L.

Im Mesophyll verhält sich der Pilz ebenso, wie in dem der Blätter von Leontodon hispidus.

Entyloma Calendulae Oud. auf Hieracium murorum; Westphalen.

Die vom Pilz veranlassten Hypertrophien sind in den Blättern dieses Wirtes nur sehr gering.

Die Sporen liegen im Mesophyll zwischen den ihres Inhalts beraubten, braunen, formlosen, zusammengedrückten Zellen, die teilweise resorbiert sind, sodass sich Löcher im Gewebe befinden, die mit Sporen an-

gefüllt sind. Die weiteren Verhältnisse sind die gleichen wie bei Leondoton hispidus.

Entyloma Matricariae Rostr. auf Chrysanthemum alpinum;
Schweiz.

Die kranken Blatter haben kleine braune Flecken.

Wie auf dem Querschnitt ersichtlich, haben die kranken Blattteile eine unregelmässige, teilweise ausgebuchtete Form, während die normalen regelmässig und in die Länge gestreckt sind. In dem hypertrophierten parenchymatischen Gewebe befinden sich grosse Löcher, in welchen die Sporenbildung nach Resorption der Zellen stattgefunden hat.

Die erhalten gebliebenen Zellen sind bedeutend grösser als die des normalen Mesophylls, welche fast lückenlos aneinanderschliessen; ausserdem haben sie eine sehr unregelmässige, zusammengedrückte Form und sind durch den Verlust ihres Chlorophylls dunkelbraun gefärbt, wodurch sie sich von dem gesunden Gewebe scharf abscheiden. Die Epidermiszellen, welche im gesunden Blatte höher als breit sind, haben sich gestreckt.

Entyloma Physalidis;
Kalchbr. et Cooke,
auf Withania somnifera Dun.
Cap d. gut. Hoffnung.

Die kranken Blätter haben rundliche, 1 bis 2 mm breite, teilweise zusammenfliessende, schwarzbräunliche Flecke, von gelblichem, nicht scharf umgrenztem Hofe umgeben.

An diesen Stellen haben die Blätter einen doppelt so grossen Durchmesser als die gesunden. Die obere Epidermis des normalen Blattes verläuft in fast gerader Richtung, ihre Zellen sind regelmässig, etwas breiter als hoch und haben verdickte Wandungen. Die Epidermis des kranken Blattes verläuft wellenförmig, ihre Zellen sind langgestreckt und dünnwandig. Die Pallisaden-

zellen des gesunden Blattes sind voll Chlorophyll und schliessen lückenlos aneinander; die Schwammparenchymzellen besitzen kleine Interzellularräume und enthalten auch Chlorophyll. Im kranken Blatt befinden sich zwischen den Pallisadenzellen, welche ihre regelmässige Form und Chlorophyll verloren haben, Interzellularräume, die mit regelrecht gelagerten Sporen angefüllt sind; ebenfalls sind die vergrösserten Zwischenräume des Schwammparenchyms, welches sein Chlorophyll und seine normale Form verloren hat, voll Sporen.

An stärker infizierten Blattteilen hat in beiden Geweben teilweise Resorption der Zellen stattgefunden.

Entyloma Helosciadii Magn. auf Sium latifolium;
Frankreich.

Der Pilz veranlasst auf den Blättern kleine, bräunliche Flecke.

In diesen hat das Mesophyll die regelmässige Zelllagerung verloren; die Zellen haben sich durch den Pilzreiz wenig vergrössert. Das interzellularwachsende Mycel hat ihnen ihre regelmässig Form wie auch ihr Chlorophyll genommen, letzteres ist der Grund ihrer starken Bräunung. Teilweise sind auch die Parenchymzellen zerstört, sodass sich grosse Höhlungen im Gewebe befinden, meist sind diese jedoch durch Verdrängen der Zellen entstanden. Betreffs der Conidienbildung verhält sich der Pilz wie E. Ranunculi.

Entyloma Thalictri Schroet. auf Thalictrum dioicum;
Wisconsin, Nordarmerika.

Die Sporen befinden sich in den Blättern in bräunlichen, flachen Flecken. Im gesunden Blatt schliessen die chlorophyllhaltigen Pallisadenzellen fast lückenlos aneinander, im infizierten sind sie durch Verlust ihres Chlorophylls braun gefärbt, sind wenig abgerundet und haben dadurch kleine Interzellularräume. Im Schwammparenchym hält der Pilz sich meist auf und veranlasst

durch Resorption der Zellen in diesem grosse Lücken, die mit sporenbildendem Mycel angefüllt sind; letzteres dringt auch durch die Epidermis auf die Oberfläche.

Entyloma Corydalis de Bary, auf Corydalis cava

Rastadt.

Die infizierten Blätter haben einen grösseren Durchmesser als die gesunden, indem die Epidermis der Ober- und Unterseite nach aussen gewölbt ist. Das Grundgewebe ist bis auf wenige Zellüberreste, welche zwischen den regelmässig gelagerten Sporen liegen, zerstört. Die Gefässbündel sind auf die Seite des Brandlagers gedrängt.

Schizonella melanogramma D. C. auf Carex firma;

Franzenhöhe, Tirol.

Der Pilz bildet auf der Blattober- und -unterseite schmale schwarze Streifen. Er legt seine Fruchtkörper gerade in den Epidermiszellen so an, dass diese halbiert werden und mit der äusseren Hälfte und der Kutikula die sich entwickelnden Sporen bis zur Reife bedecken. Bei der Sporenbildung hat nun auch ein Druck nach unten stattgefunden, wodurch die unmittelbar unterhalb der Epidermis liegenden Zellen, besonders die Pallisadenzellen der Blattoberseite, ihre regelmässige Form verloren haben und breitgedrückt sind. Die Pallisadenzellen schliessen nicht mehr wie im gesunden Blatt lückenlos aneinander, sondern besitzen kleine Interzellularräume. Das Mycel hat durch Osmose das Chlorophyll aufgenommen, wodurch die Zellen braun gefärbt sind.

Die gesunden Blattspitzen sind dreikantig, die infizierten hingegen haben keine regelmässigen Kanten. Teilweise ist die ganze Blattspitze ringsherum von Sporenlagern, welche von der Kutikula und den äusseren Epidermiszellwänden eingeschlossen werden, umgeben. Das Mesophyll enthält kein Chlorophyll, die Zellen sind deshalb sämmtlich braun gefärbt.

Schizonella melanogramma D. C. auf Carex digitata;

Bozen, Tirol.

Der Pilz verhält sich hier ebenso wie in den Blättern der vorigen Nährpflanze. Die Sporen waren hier jedoch teilweise noch von Mycel umgeben, welches sich in das Grundgewebe erstreckt.

Befinden sich die Brandlager aber in den Epidermiszellen oberhalb der an die Gefässbündel anschliessenden Sklerenchymscheide, so sind die Zellen letzterer schwächer verholzt, haben dadurch allerdings ein grösseres Volumen.

Schizonella melanogramma D. C. auf Carex ornithopoda;

Starnberg;

auf Carex Michelii;

Kuchelbad bei Prag.

Die vom Pilz veranlassten Veränderungen sind fast dieselben wie auf den vorigen Wirten. Hier ist jedoch im Mesophyll nicht solche eingreifende Veränderung eingetreten. Dasselbe hat in den kranken Blattteilen allerdings auch ein helleres Chlorophyll als in dem normalen Gewebe vorhanden ist, die gleichförmigen Zellen haben aber ihre Gestalt beibehalten.

Schizonella melanogramma D. C. auf Carex umbrosa;

Böhmen.

Der Pilz bildet an den Blättern und Stengeln schwarze Striche; bei ersteren sind die anatomischen Veränderungen dieselben wie bei Carex digitata.

In den Stengeln haben die Sporen in den Epidermiszellen ebenfalls dieselbe Lage inne; sie befinden sich immer zwischen je 2, die Gefassbündel umgebenden Sklerenchymscheiden, dehnen sich jedoch weiter in das Gewebe aus als wie im Blatt und haben dann die unterhalb der Epidermis liegenden Zellen nach der Mitte zu gedrängt, ihnen das Chlorophyll entzogen und sie de-

formiert. Die direkt an die Brandlager grenzenden Sklerenchymscheiden haben dieselben Veränderungen erlitten, wie in den Blättern von C. digitata, wenn sich das Brandlager oberhalb derselben befindet.

Schroeteria Cissi D. C. auf Cissus;

Porto Rico.

Die erkrankten Blattstiele haben lange Geschwulsten; der Durchmesser ist hier doppelt so gross als wie bei den normalen Teilen; ausserdem besitzen erstere kleine Einbuchtungen, welche bei letzteren nicht vorhanden sind.

Der Pilz bildet seine Sporen im Mark, welches normal aus nur wenigen Parenchymzellen besteht, die sich aber bei der Bildung der Hypertrophie sehr vermehrt haben und dann vom Mycel bei der Sporenbildung vollständig resorbiert sind. Das Mark ist von Holzparenchym umgeben, dessen Zellen normal eine fast quadratische Form haben und an die Gefässbündel, die oberhalb des Siebteils verholzte Sklerenchymfasern besitzen, anschliessen. An das mechanische Gewebe grenzen parenchymatische, chlorophyllhaltige Zellen, die bis an die Epidermis reichen. Im kranken Blattstiel ist dieses ganze Gewebe nach aussen gedrängt. Die Holzparenchymzellen haben eine regelmässige, breite, rechteckige Form, sind nur schwach verholzt und liegen in 3 Lagen um das Brandlager herum. Die Gefässbündel und Sklerenchymfasern sind aus ihrem Zusammenhange herausgerissen, sie liegen zerstreut zwischen den zusammengedrückten, formlosen Chlorophyllzellen, die hier durch teilweisen Verlust ihres Chlorophylls braun gefärbt sind. Die Gefässe haben ihre normale Form verloren und sind breiter; ein normal ausgebildeter Siebröhrenteil ist nicht mehr erkennbar, an seiner Stelle befinden sich formlose Zellen.

Der Pilz hat hier also nur im Mark Zerstörung veranlasst, da er an weiterem Vordringen durch die

verholzten Zellen behindert wird; die grossen Veränderungen des erhalten gebliebenen Gewebes sind durch den Druck des Brandlagers enstanden.

Melanotaenium endogenum Ung. auf Galium Mollugo; Rastadt.

Die erkrankten Blätter zeigen kleine braune Flecke. Wie an noch nicht zerstörten Blattteilen ersichtlich, hat durch den Reiz des Pilzes eine Vergrösserung der Zellen des Pallisaden- und Schwammparenchyms stattgefunden, sodass die Blätter hier einen doppelt so grossen Durchmesser haben als die normalen. An stark infizierten Teilen ist dieses ganze Gewebe zerstört, an weniger infizierten sind einige Zelllagen erhalten geblieben, in welchem Falle die Zerstörung meist nur das Schwammparenchym betrifft. Die um das Brandlager herumliegenden, erhalten gebliebenen Zellen haben grosse Interzellularräume, sind unregelmässig geformt und durch Verlust ihres Chlorophylls braun gefärbt.

Melanotaenium cingens Beck. auf Linaria vulgaris; Finnland.

Die Blätter haben auf dem Mittelnerv schwarze Striche; an diesen Stellen sind sie stark hypertrophiert, indem sich zwischen dem Gefässbündel und der Epidermis an Stelle des Mesophylls ein grosszelliges Parenchymgewebe gebildet hat. Dieses Gewebe, welches von dem normalen Mesophyll durch seine grossen, chlorophyllosen Zellen scharf abgegrenzt ist, hat grosse Löcher oder ist teilweise vollständig zerstört und befinden sich hier die Sporenmassen, die von der emporgewölbten Epidermis, deren Zellen sich vergrössert haben, eingeschlossen werden. Durch den Druck des Sporenlagers ist das Gefässbündel aus seinem Zusammenhange herausgerissen. Die Zellen des in der Nähe der Sporen liegenden Mesophylls sind durch den teilweisen Verlust ihres Chlorophylls gelblichgrün gefärbt.

b) Bildung der Brandlager in der Wurzel oder dem Stengel:

Entorrhiza Aschersoniana Magn. (Schinzia Aschersoniana Magn.) auf Juncus bufonius;

bei Berlin und Muskau O. L.

Die von dem Pilze befallenen Wurzeln der aus verschiedenen Gegenden stammenden Juncus bufonius, zeigten dicke Knöllchen, die durch Hypertrophie des Periblems, in welchem der Pilz seine Sporen bildet, entstanden sind. Die anatomischen Veränderungen sind schon ausführlich von Weber[1]) beschrieben und kann ich dessen Untersuchungen nur bestätigen.

Urocystis Leimbachii Oertel, auf Adonis aestivalis;

Thüringen.

Dieser Pilz erzeugt an der Stengelbasis seiner Nährpflanze grosse, kugliche Hypertrophien. Die anatomischen Veränderungen, welche der Pilz an dem Stengel hervorruft, sind sehr bedeutend. Wie meistens, so beeinflusst auch hier der Pilz vor Allem das Parenchymgewebe. Die Epidermiszellen haben sich bedeutend vermehrt und dickere Wände. Die bereits erwachsenen Zellen des Rindenparenchyms haben sich durch den vom Pilz veranlassten Reiz wiederholt geteilt und Nährmaterial angehäuft. Bei der Sporenbildung hat dieses Gewebe grosse Löcher bekommen, die mit Sporen angefüllt sind. Die Zellen sind hier resorbiert oder zur Seite gedrängt; sowohl diese wie die entfernter liegenden, sind braun gefärbt.

Auf dem Längsschnitt haben die Rindenparenchymzellen des gesunden Stengels eine regelmässige, gestreckte, rechteckige Form; sie sind dünnwandig und bestehen aus 6 bis 8 Zellreihen. Im hypertrophierten Stengel hingegen haben die Zellen eine unregelmässige, teils

1) C. Weber, botan. Zeitung 1884 p. 369.

runde, teils zugespitzte Form. Dieselbe haben sie dadurch erhalten, dass sich bei der Bildung des Nährgewebes die Zellen in verschiedenen Richtungen geteilt und sie auch später bei der Bildung der Sporen einen Druck erfahren haben. Die Zellen sind grösser und dickwandiger als die normalen Rindenparenchymzellen, ausserdem bestehen sie aus vielen Zellreihen.

Auch im Holzkörper, speziell die Tracheiden betreffend, hat eine grosse Veränderung unter dem Einfluss des Pilzes stattgefunden. Die Tracheiden, wie sämtliche Xylemelemente haben sich bedeutend vermehrt, sie sind jedoch in ihrer Ausbildung nicht weit vorgeschritten. Die Holzparenchymzellen sind durch Einwirkung des Pilzes unverholzt, vielfach zerstört, sodass sich an deren Stelle die Sporenmassen befinden, welche von zahlreichen Tracheiden umgeben sind. Auf Längsschnitten haben die Elemente des Holzkörpers, besonders in der Umgebung der Sporenlager einen unregelmässigen, geschlängelten Verlauf. Im gesunden Gewebe sind neben den Tracheiden auch verholzte prosenchymatische Zellen; diese sind in den Hypertrophien nicht vorhanden, sondern an deren Stelle Tracheiden.

Da, wo auch im Mark sich später die Sporenmassen ausbilden, hat ebenfalls eine grosse Zellvermehrung stattgefunden. Bei der Sporenbildung ist dieses Gewebe vollständig bis auf einige dunkelbraune Zellüberreste zerstört.

Ustilago hypodytes Schlecht. auf Triticum repens; bei Loberitz.

Die Brandlager befinden sich zwischen den eingerollten Blattscheiden und dem Halm. Die Zerstörung des Pilzes beschränkt sich jedoch nur auf den Halm und zwar ist in diesem das Parenchymgewebe unter der Epidermis vollständig zerstört. Weiter nach dem Innern konnte der Pilz nicht vordringen, da ihn der Holzring

daran hinderte. Jedoch durch den allseitigen Druck des Brandlagers haben die sämtlichen Zellen des Gefäss-, Siebteils, Holzparenchyms und Marks eine unregelmässige, breit gedrückte Form erhalten, wodurch sie auch ihre normale Lage eingebüsst haben. Das Brandlager hat aber auch einen Druck nach aussen, also auf die, den Halm umfassende Blattscheide ausgeübt, speziell auf den zwischen den Nerven liegenden Teil. Die untere Epidermis ist nach der Blattmitte zugedrückt, wodurch die Zellen des Grundgewebes ihre regelmässige Form verloren haben.

Die Blätter sind aber nicht infiziert.

c) Bildung der Brandlager in einzelnen Blütenteilen oder in den Blüten im Allgemeinen:

Sphacelotheca Hydropiperis Schum. auf Polygonum Hydropiper;

Holstein und Ostpreussen.

Die Zerstörung des Pilzes ist auf beiden, aus verschiedenen Gegenden stammenden Nährpflanzen gleich stark.

Der Fruchtknoten wird vollständig vernichtet, während die Wandung, welche das Brandlager umhüllt, nur teilweise zerstört wird. Dieselbe besteht aus nur wenigen dickwandigen Zellen, an welche sich ein Hyphengewebe anschliesst. An Stelle des Fruchtknotens resp. der Samenknospe befindet sich die weit in das Brandlager ragende Ansatzstelle von ersterem. Dieselbe ist bis auf die Gefässbündel zerstört und wird von einem Pseudoparenchym, an welches sich nach der Peripherie zu die einzelnen Entwicklungsstadien der Sporen anschliessen umschlossen; letztere sind in der Nähe des Pseudoparenchyms farblos, gehen jedoch nach der Peripherie zu allmählich in eine violette Farbe über.

De Bary[1]) bezeichnet den in das Brandlager reichenden axilen Teil als eine Columella, welche aus Hyphen gebildet wird und gebräunte Reste des Samenknospengewebes einschliesst. Ich fand jedoch in allen untersuchten Fällen, wie aus dem Weiteren ersichtlich noch bei vielen Nährpflanzen, Gefässbündel und Parenchymzellen vor und konnte durch Längsschnitte konstatieren, dass durch Einfluss des Pilzes ein Fortwachsen der Blütenachse stattfindet, welche dann bei der Sporenbildung teilweise zerstört wird.

Ustilago levis Kellerm. u. Swingle auf Avena nuda; Berlin, botan. Garten.

In den Blüten sind alle Teile bis auf die Spelzen, diese nur an ihrer Basis bis auf die Gefässbündel, zerstört. An Stelle des Fruchtknotens ragt in das Sporenlager dessen angeschwollene Ansatzstelle.

Bei der Bildung dieser Wucherung hat sich das parenchymatische Gewebe durch Zellteilung ausserordentlich vermehrt und vergrössert. An der Gewebezunahme haben auch die Gefässbündel teilgenommen; ferner hat sich auch eine Epidermis gebildet, welche aus regelmässigen Zellen mit verdickten Aussenwänden besteht. An weniger infizierten Teilen befinden sich in dem Nährgewebe runde Löcher, welche durch Resorption der Zellen entstanden und mit Sporen angefüllt sind. Die umliegenden Zellen sind normal erhalten geblieben. (Hierzu Tafel IV).

An stärker infizierten Stellen ist das ganze Nährgewebe, wie auch die Epidermis, rings um den Holzteil herum, vollständig zerstört. Durch den allseitigen Druck hat das erhalten gebliebene Gewebe seine regelmässige Form verloren, die Zellen sind zusammengedrückt; die dem Brandlager zunächst liegenden sind

1) De Bary, Morphologie d. Pilze 1884 p. 187.

durch Einfluss des Pilzes gelblichbraun gefärbt. Zuweilen sind nur die Gefässbündel und die verholzten Sklerenchymzellen erhalten geblieben.

Ustilago Avenae Pers., auf Avena sativa;
Wilmersdorf und Pommern;
auf Avena brevis; cultiviert.

Der Pilz verhält sich in den Blüten seiner Wirte ebenso wie U. levis auf Avena nuda.

Ustilago Penniseti Rabh. auf Panicum dichotomum;
Aegypten;
und
Ustilago Schweinfurthiana Thüm., auf Imperata cylindrica;
Oberaegypten.

In den Blüten ist der Fruchtknoten zerstört; an dessen Stelle ragt ein grosser Sporenkörper aus der Blüte hervor, welcher von einer weissen Haut umgeben ist.

Im Innern des Brandlagers befindet sich die stark angeschwollene Ansatzstelle des Fruchtknotens, welche dieselben Veränderungen zeigt wie die stark infizierte von Avena nuda, von Ustilago levis befallen. Jedoch hat dieselbe hier auf dem Querschnitte grosse Einbuchtungen und kreisrunde Höhlungen in dem Nährgewebe, die mit Sporen angefüllt sind.

Nach aussen wird das Brandlager von einem farblosen Hyphengewebe, welches ein Pseudoparenchym vorstellt, eingeschlossen.

Ustilago Crameri Koern. auf Setaria italica;
Halle, botan. Garten.

In dem Blütenstande werden die Fruchtknoten sämtlicher Blüten bis auf die Aussenwandung, welche aus dickwandigen Zellen besteht und das Sporenlager einschliesst, zerstört.

Im Innern der Sporenmassen befindet sich die Ansatzstelle des Fruchtknotens, welche bis auf die Gefässbündel und wenige Parenchymzellen, die unregelmässige zusammengedrückte Form haben und bräunlich gefärbt sind, zerstört ist. Die Ansatzstelle ragt weit in das Brandlager hinein.

Ustilago Panici miliacei Pers. auf Panicum miliaceum;

O. Lausitz.

Der Pilz, der die Blüten seines Wirtes zerstört, befindet sich in Form von Sporen an Stelle der Blüte in einem kegelförmigen, von einer weisslichen Hülle umschlossenen Körper. Die Blüten sind bis auf einige Gefässbündelreste der Infloreszenz-Zweige, die zwischen den Sporen herumliegen, zerstört. Die Hülle besteht aus vielen unregelmässigen Schichten nicht sehr fest verbundener, runder Zellchen, welche aus den Hyphen gebildet werden. Sie sind etwas kleiner wie die Sporen und besitzen eine zarte, farblose Membran. Das Ganze hat das Aussehen eines Pseudoparenchyms.

Ustilago Sorghi Link, auf Andropogon Soghum,

Steglitz;

auf Sorghum vulgare,

Steglitz,

auf Sorghum Arabia felix,

Hodeida, Arabien.

In den Blüten ragt über die Spelzen hinaus ein langes, gelbliches Säckchen, welches sich an der Stelle des Fruchtknotens befindet und aus einer zarten Hülle besteht, die das Brandlager umschliesst. Die Hülle hat dasselbe Aussehen wie sie schon bei U. Panici miliacei auf Panicum miliaceum beschrieben wurde. In das Innere des Brandlagers ragt die stark hypertrophierte Ansatzstelle des Fruchtknotens, in welcher die Epidermis,

die unter dieser liegenden Parenchymzellen und die ebenfalls bei der Bildung der Hypertrophie beteiligten, sekundären Gefässe zerstört sind. Die an das Brandlager anschliessenden, erhalten gebliebenen, dickwandigen Parenchymzellen sind von dem Pilz gelblich gefärbt, sie werden allmählich auch resorbiert, sodass nur die Gefässbündel zurückbleiben.

Hierzu Tafel V.

Ustlago Montagnei Tul.

Syn. Ustilago Caricis Pers.

auf Rhynchospora alba;

Berchtesgaden.

In den infizierten Blüten ist der Fruchtknoten bis auf die Wand, welche aus ziemlich starkwandigen Zellen besteht, vollständig zerstört. Das Brandlager wird von den Spelzen eingeschlossen.

Ustilago Luzulae Sacc.

auf Luzula spicata,
auf Luzula campestris;

Norwegen.

In den kranken Blüten ist der Fruchtknoten bis auf die Wand zerstört. Der Blütenstiel ist an der Ansatzstelle des Fruchtknotens geschwollen und von Sporen umgeben; der Pilz hat hier wie fast immer die Parenchymzellen, die sekundären Gefässe und die Epidermis zerstört.

Ustilago Panici glauci Wallr. auf Setaria glauca;

Nieder-Österreich.

Der stark angeschwollene Fruchtknoten ist bis auf die dünne Wandung, welche das Brandlager umgiebt, zerstört. In der Mitte desselben befindet sich die Fruchtknoten-Ansatzstelle, deren Zellen teilweise zerstört oder durch den allseitigen Druck sehr unregelmässig geformt sind. An die äusseren, durch den Pilz

bräunlich gefärbten Zellen grenzt ein Hyphengewebe, welches ein Pseudoparenchym vorstellt, auf dieses folgen nach Aussen hin die Sporen.

Ustilago major Schroet. auf Silene Otites;

Muskau O. L.

Der Fruchtknoten und die Blumenblätter sind vollständig zerstört, während die Kelchblätter und Staubfäden erhalten geblieben sind.

An Stelle des Fruchtknotens ist dessen hypertrophierte Ansatzstelle vorhanden, deren Zellen teilweise zerstört sind, die erhalten gebliebenen haben eine unregelmässige zusammengedrückte Form.

Ustilago Duriaena Tul., auf Cerastium semidecandrum;

Berlin.

In den Fruchtknoten sind die Samenknospen, die Plazenta und die Funiculi vollständig zerstört, die aufgeplatzte Wand ist erhalten geblieben. In den grossen Sporenkörper ragt die ausserordentlich stark hypertrophierte Ansatzstelle, deren Gewebe grösstenteils zerstört ist bis auf die Gefässbündel, die entweder in der Mitte liegen und sind dann hier die zwischen den Gefässbündeln zusammengedrückten Zellen nicht zerstört, oder sich seitlich in die Sporenmassen erstrecken, aber auch hier sind dann die ihnen benachbarten Parenchymzellen erhalten geblieben.

Ustilago Vaillanti Tul. auf Muscari comosum;

Neapel.

In den Blüten sind die Antheren und in dem 3 fächerigen Fruchtknoten die Samenanlagen und die Plazenten zerstört. Die Fruchtknotenwände und die in das Innere gewachsenen Ränder sind erhalten geblieben, ihre Zellen sind etwas breitgedrückt.

Ustilago Oxalidis Ell. et Tracy, auf Oxalis corniculata;

Nord-Amerika.

In den Blüten sind die Fruchknoten bis auf die Wandungen, deren Zellen, wohl durch den Druck des Sporenlagers, breitgedrückt sind, vollständig zerstört.

Ustilago olivacea D. C. auf Carex arenaria,

Pommern.

Auch hier sind die Fruchtknoten bis auf die Wände, welche namentlich nach innen zu aus sehr stark verholzten Zellen bestehen, zerstört.

Ustilago utriculosa Nees auf Polygonum avicalare;

Norwegen.

Dieser Pilz veranlasst die Zerstörung des Fruchtknotens, der Filamente an ihrer Basis bis auf die Epidermis, sämtlicher Blüten der vom Pilz befallenen Nährpflanze, nachdem eine starke Anschwellung stattgefunden hat. Die Blüten sind von dem dunkel violetten Sporenpulver angefüllt und werden von den auseinandergedehnten Kelchblättern eingeschlossen, welche jedoch, wie ich bei der anatomischen Untersuchung derselben fand, ebenfalls an der Basis infiziert waren. Zwischen dem Mesophyll, dessen Zellen sich in den hypertrophierten Kelchblättern sehr vermehrt und vergrössert haben und der oberen emporgewölbten Epidermis befand sich ein grosses Sporenlager. Der Pilz hatte hier einen Teil der Parenchymzellen bei der Sporenbildung resorbiert. Diese Zerstörung erstreckte sich auf den Seiten bis zu den Gefässbündeln, an infizierten Blattteilen auch im Mesophyll bis zu der unterhalb der unteren Epidermis gelegenen Zellreihe. In ersterem Falle waren die erhalten gebliebenen parenchymatischen Zellen von dichtem Hyphengeflecht umgeben; hatten ihre regelmässige Anlagerung und Form verloren und ein helleres

Chlorophyll als wie im gesunden Gewebe vorhanden ist. Die ebenfalls von Mycel umgebenen Gefässbündel sind aus ihrer ursprünglichen Lage verschoben. Die Zellen der Epidermis, welche im normalen Blatt höher wie breit sind, haben sich gestreckt; bei der Sporenreife zerreisst sie.

Ustilago utriculosa Nees, auf Polygonum Hydropiper,

Bayreuth.

auf Polygonum mite,

Ostpreussen.

auf Polygonum lapathifolium,

Berlin.

Die stark hypertrophierten Blüten sind mit einer grossen Sporenmasse angefüllt und von den Kelchblättern eingeschlossen. Der Pilz hat alle Teile der Blüte mit Ausnahme der Kelchblätter und der Fruchtknotenwand, welch' letztere aus dickwandigen Zellen besteht und nur an der Basis infiziert ist, zerstört. In den Kelchblättern ist an ihrem Grunde das ganze Gewebe zwischen beiden nach aussen gewölbten Epidermen mit Ausnahme der Gefässbündel vollständig zerstört. Die Infektion erstreckt sich jedoch nicht in die oberen Teile der Kelchblätter.

Im Übrigen verhält sich der Pilz wie auf Polygonum aviculare.

Ustilago utriculosa Nees auf Polygonum Persicaria;

Berlin.

Auch hier haben die kranken Blüten dieselben Veränderungen erfahren, wie sie bei denen von P. aviculare beschrieben wurden. Jedoch sind hier, die in dem normalen Grundgewebe der Kelchblätter vorhandenen grossen Krystalldrusen fast verschwunden.

Ustilago Ischaemi Fckl. auf Andropogon Ischaemum;

Böhmen.

Die Sporenbildung des Pilzes findet in sämtlichen Blüten des Blütenstandes statt, der vollständig bis auf die Spindel zerstört wird.

Ustilago anomala J. Kunze auf Polygonum Convolvulus,

Berlin;

und

Polygonum dumetorum

Berlin.

Die kranken Blüten sind stark geschwollen; das Brandlager befindet sich zwischen den Kelchblättern, welche zu einer Spitze zusammengelegt sind und dem Fruchtknoten. Erstere sind an ihrer Basis sehr stark hypertrophiert; es hat sich auf der Oberseite unterhalb der Epidermis an Stelle des hier gelegenen Mesophylls ein grosses Parenchymgewebe gebildet, welches teilweise bis zur Epidermis der Blattunterseite, deren Zellen an Volumen zugenommen haben, zerstört ist. Es befinden sich hier dann die jüngeren farblosen Sporen, welche an Ausbildung nach der Blattoberseite zu zunehmen. Die erhalten gebliebenen Zellen haben einen Teil ihres Chlorophylls verloren und sind zusammengedrückt. Die Gefässbündel liegen teilweise zerstreut im Brandlager, während das ganze umliegende Gewebe zerstört ist. Die Epidermis ist ebenfalls resorbiert resp. zerrissen.

Der stark angeschwollene Fruchtknoten, welcher einen doppelt so grossen Durchmesser hat, als der normale ist im Innern zerstört. An Stelle der Samenanlagen und Plazenten befindet sich ein Pseudoparenchym. Die Zellen der Fruchtknotenwand sind breiter als die normalen, wohl durch den seitens der Sporen von innen ausgeübten Druck, wodurch die ganze Wand dünner erscheint; sie ist nicht zerstört.

Ustilago Tragopogonis Pers.
auf Tragopogon major;
auf Tragopogon pratensis;

Pommern.

In der Blüte sind sämtliche Teile bis auf Zellüberreste und bis auf die Kelchblätter, welche das Brandlager umhüllen, zerstört. Bei Untersuchung der Zellüberreste fand ich, dass die Sporen schon auf ihrer Nährpflanze ein durch 3 Querwände geteiltes Promyel entwickelten. Durch seitliche Auswüchse der Scheidewände wurden einzeln die Sporidien gebildet, dieselben sind länglich elliptisch und verschieden lang.

Ustilago vinosa Berk., auf Oxyria digyna;

Norwegen.

Der Pilz befällt die Blüten seiner Nährpflanze. Er zerstört die Fruchtknoten und Staubgefässe bis auf wenige Zellüberreste. Die stark angeschwollenen Perigonblätter hüllen das Brandlager ein; in ersteren ist das Grundgewebe und die Epidermis der Oberseite zerstört. Die Brandlager erstreckten sich um die nicht veränderten Gefässbündel herum, entweder bis zu einigen unter der unteren Epidermis gelegenen, zusammengedrückten Zellen, oder indem auch diese zerstört sind bis zur Epidermis, deren Zellen sich sehr vergrössert haben.

Ustilago bromivora Tul. auf Bromus mollis,

Schwerin.

Nach Tubeuf[1]) soll der Pilz in den Blüten die Spelzen nicht deformieren, sondern nur die Fruchtknoten. Bei der Untersuchung der kranken Blüten fand ich jedoch, dass auch die Hüllspelzen und Blütenhüllblätter an ihrer Basis vom Pilz zerstört waren. Der Fruchtknoten war bis auf die verholzten Zellen der Wandung,

1) v. Tubeuf, Pflanzenkrankheiten 1895 pag. 306.

welche zerstreut zwischen den Sporen lagen, vernichtet. An Stelle desselben ragte die Ansatzstelle in das Brandlager hinein. In ihr waren die bei der Bildung der Hypertrophie entstandenen Parenchymzellen und auch ein Teil der sekundären Gefässe zerstört, während die primären und das zwischen diesen liegende Gewebe erhalten geblieben und von Sporen umgeben waren.

Ustilago bromivora Tul. auf Bromus brachystachys;

Berlin, botan. Garten.

Die vom Pilz befallenen Blüten verhalten sich wie die von Br. mollis. Jedoch war hier die Epidermis der stark hypertrophierten Hüllpelzen und Blütenhüllblätter an der Basis noch erhalten und deshalb erkennbar, dass vor der Sporenbildung eine grosse Zellvermehrung stattgefunden hat, welche dann, wie an stärker infizierten Teilen ersichtlich, später zerstört wurden.

Ustilago perennans Rostr. auf Avena elatior;

Hannover.

Die Blüten sind vollständig zerstört und befindet sich an deren Stelle ein grosser Sporenkörper, der von den Spelzen eingeschlossen wird, welche besonders an ihrer Basis stark hypertrophiert sind. Hier hat sich ein grosses Nährgewebe gebildet, das bei der Sporenbildung wie auch die Epidermis der Oberseite, die allerdings meist durch den Druck des Sporenlagers zerrissen ist, bis zu der der Unterseite, oder einigen unterhalb dieser liegenden Zellreihen vollständig zerstört ist. In letzterem Falle sind die erhalten gebliebenen Zellen unregelmässig geformt, teilweise auch breitgedrückt.

Die aus ihrem Zusammenhange herausgerissenen Gefässbündel liegen zerstreut im Brandlager herum.

Ustilago Tritici Pers., auf Triticum vulgare;

Berlin.

Die Blüten sind vollständig zerstört bis auf die Spelzen, in welchen teilweise das zwischen den Gefässbündeln liegende Parenchym-Gewebe und die Epidermis der Ober- und Unterseite zerstört ist.

Die Blütenachse ist, wie schon äusserlich kenntlich durch ihre Schwärzung, auch infiziert. In dem der Blüte am nächsten liegenden Gewebe ist die Infektion am stärksten. Hier ist das Parenchym-Gewebe teilweise vollständig zerstört oder enthält grosse Löcher, die mit Sporen angefüllt sind. Die Gefässbündel sind erhalten geblieben.

Ustilago perennans Rostr. auf Arrhenatherum elatius,

bei Berlin.

Die kranken Blüten verhalten sich im Allgemeinen wie die von Avena elatior. Jedoch sah ich bei einigen Blüten, dass wohl die Staubfäden zerstört waren, während die Antheren erhalten geblieben sind. An Stelle des Fruchtknotens befindet sich in dem Sporenlager dessen angeschwollene Ansatzstelle, in der teilweise das Parenchym-Gewebe zerstört ist.

Ustilago Hordei Bref. auf Hordeum vulgare;

Berlin.

Die Blüten sind vollständig bis auf die Gefässbündel der Spelzen zerstört. Die Spindel ist ebenfalls stark infiziert, in ihr ist das Parenchymgewebe resorbiert, während die Gefässbündel und teilweise die sklerenchymatisch verdickten Parenchymzellen erhalten geblieben sind.

Ustilago Hordei Pers. auf Hordeum vulgare,

Steglitz;

auf Hordeum distichum,

Muskau O. L.

Hier war die Zerstörung in den Blüten noch nicht soweit vorgeschritten wie auf dem vorigen Exemplar. Die Blüten waren allerdings auch zerstört bis auf die Spelzen, jedoch war an letzteren noch die ausserordentliche Anschwellung sichtbar, welche durch starke Zellvermehrung des Parenchymgewebes entstanden ist. Eine entsprechende Entwicklung der Epidermis hat auch stattgefunden. Die der Oberseite und das Parenchym-Gewebe ist bis zur unteren Epidermis, oder einigen vor dieser liegenden Zelllagen, welche meist durch die Gefässbündel, die sich ebenfalls in den hypertrophierten Spelzen sehr vermehrt haben, vor weiterem Vordringen des Pilzes geschützt sind, zerstört. Die Gefässbündel haben ihre normale Lage und ihren Zusammenhang nicht mehr, ein Siebteil ist garnicht erkennbar.

An Stelle des zerstörten Fruchtknotens befindet sich in der Mitte des Brandlagers dessen Ansatzstelle, in welcher die Parenchymzellen teilweise zerstört, teilweise auch noch erhalten sind. In letzterem Falle haben sie wie auch die Gefässbündel eine unregelmässige Form und sind ausserdem durch Einfluss des Mycels mehr oder weniger gelblich gefärbt.

Tilletia Rauwenhoffii Fisch. v. Waldh. auf Holcus mollis,

England;

Tilletia sphaerococca Wallr.

Syn. Tilletia decipiens Pers. auf Apera Spica venti,

Weissensee.

Beide Pilze veranlassen auf ihren Nährpflanzen die Zerstörung der durch Einfluss der Pilze stark angeschwollenen Fruchtknoten. Es sind nur die Wandungen,

welche aus dickwandigen Zellen bestehen, erhalten geblieben.

Urocystis Kmetiana Magn. auf Viola tricolor;
Prenćow, Ungarn.

Die kranken Blüten sind mit Sporen angefüllt und sämtliche Teile bis auf die nur an ihrer Basis infizierten Kelchblätter zerstört. Dieselben sind sehr stark hypertrophiert; an Stelle des Mesophylls hat sich ein grosses Parenchymgewebe gebildet, welches wie auch die Epidermis der Blattoberseite fast vollständig vom Pilz zerstört ist. Die Brandlager erstrecken sich bis zu 3 oder 4 unterhalb der unteren Epidermis gelegenen Reihen parenchymatischer Zellen, die dann sehr breitgedrückt und fast inhaltslos sind. Gegen weitere Zerstörung sind diese Zellen meist durch die sie vom Brandlager trennenden Gefässbündel geschützt, welche aus ihrem Zusammenhange herausgerissen und aus ihrer normalen Lage hierher verdrängt sind; bei ihnen ist ein Siebteil nicht mehr zu erkennen. Das Mycel erstreckt sich zwischen den Sporenballen bis zu den erhalten gebliebenen Zellen. Wird es gegen weiteres Vordringen durch die Gefässbündel nicht behindert, so grenzen die Brandlager fast vollständig an die Epidermis der Blattunterseite und werden von dieser nur durch Zellüberreste getrennt.

d) Bildung der Brandlager ausschliesslich in den Antheren:

Ustilago violacea Pers. auf Viscaria alpina;
Norwegen.

Der Pilz bildet seine Sporen in den Antheren, dieselben sind stark geschwollen und von den violetten Sporenmassen eingehüllt. Der Pilz hat hier das ganze Gewebe bis auf das Connectiv und die Antherenwände, deren Gewebe aus Zellen, welche leistenförmige Ver-

dickungen zeigen, besteht, zerstört. Ausserhalb dieser bildet das Hyphengeflecht ein Pseudoparenchym, an welches sich das Brandlager anschliesst.

Der Fruchtknoten ist sehr stark hypertrophiert, die Wand ist nicht zerstört; jedoch die Samenanlagen wie die Plazenten sind von Hyphen durchzogen, die Zellen ihres Nährmaterials beraubt.

Da die Blätter schwarze Flecke zeigten, so untersuchte ich auch diese und fand, dass dieselben wohl infiziert waren, jedoch konnte ich nicht bestimmen, ob in ihnen Sporen gebildet wurden. Das Mesophyll des gesunden Blattes besteht aus 2 Lagen, lückenlos aneinanderschliessender, chlorophyllhaltiger Pallisadenzellen und aus 4 Lagen Schwammparenchymzellen, welche auch Chlorophyllkörner enthalten. Die kranken Blätter haben einen grösseren Durchmesser, indem die Zellen des Grundgewebes sich vermehrt und vergrössert haben. Die Pallisadenzellen haben eine dem Schwammparenchym ähnliche Form und unterscheiden sich durch nichts von diesem, da zwischen ihnen auch Interzellularräume verlaufen. Die Schwammparenchymzellen sind unregelmässig breit, ausgebuchtet geformt. In den Atemhöhlen befinden sich dichte Mycelknäuel, welche das Aussehen von Fruchtkörpern haben und in denen höchstwahrscheinlich Sporenbildung stattfindet. Die umliegenden Zellen sind etwas zur Seite gedrückt. Das Mycel durchzieht sowohl zwischen als wie in den Zellen, diesen das Chlorophyll vollständig entziehend, das Grundgewebe nach allen Richtungen bis zu den Gefässbündeln.

Die Epidermiszellen haben sich gestreckt und wenig ihre äussere Wandverdickung verloren. Wie aus Obigem ersichtlich, findet also im Blatt keine Zerstörung, sondern nur eine Gewebeveränderung statt.

Auf folgenden Wirten waren von Ustilago violacea nur die Antheren infiziert und zwar in gleicher Weise wie die von Viscaria alpina:

Dianthus Carthusianorum,
bei Berlin;

Saponaria officinalis,
Ostpreussen;

Silene acaulis,
Norwegen;

Silene inflata,
Krain;

Silene nutans,
Bayreuth;

Silene Pumilio,
Italien;

Melandryum album,
Muskau O. L.

Ustilago Scabiosae Sow. auf Knautia arvensis;
Ostpreussen, England, St. Petersburg.

In den Blüten der aus verschiedenen Gegenden stammenden Knautia arvensis sind die stark angeschwollenen Antheren bis auf die Wandungen, deren Zellen leistenförmige Verdickungen zeigen, und das Connectiv vollständig zerstört und mit Sporen angefüllt.

e) Bildung der Brandlager in den Früchten:

Ustillago Caricis Pers. anf Rhynchospora speciosa;
Brasilien.

In den kranken Früchten sind die Samen vollständig bis auf die zusammengedrückte Schale, welche von einem Pseudoparenchym eingeschlossen ist, zerstört.

Ustilago Caricis Pers. auf Elyna spicata;

Schweiz.

Der Pilz befindet sich in Form eines grossen, harten Fruchtkörpers zwischen dem hypertrophierten Samen und den Hüllspelzen, welche ihn einhüllen. Die Fruchthülle ist vollständig zerstört.

Die Epidermis der normalen Samenschale besteht aus gleichmässigen Zellen; dieselben sind vom Pilz zerstört. Die übrigen prossenchymatischen Zellen der gesunden Samenschale sind klein und stark verholzt; die entsprechenden der infizierten sind nur schwach verholzt, jedoch sind sie bedeutend grösser und haben eine unregelmässige Form. Im gesunden Samen folgen nach innen 2 Lagen faserartiger, wenig verholzter Zellen, an Stelle dieser befindet sich im kranken Samen ein zweischichtiger Ring von Tracheiden, welcher das ganze Zentrum, gleichsam zum Schutz gegen das Vordringen des Pilzes von aussen nach innen, umschliesst. Eine dünne Haut umgiebt im gesunden Samen die Kleberzellen und das stärkereiche Endosperm. Bei den infizierten Samen ist die dünne Haut resorbiert.

An Stelle der Kleberzellen und des Endosperms befindet sich ein dichtes Hyphengewebe, ein sogenanntes Pseudoparenchym wie beim Mutterkorn. Die Bildung desselben ist auf den 2 verschmälerten Seiten am stärksten. Nach der Mitte zu sind noch wenige Endospermzellen erhalten, die jedoch ihren Inhalt verloren haben und mit Hyphen gefüllt sind; später gehen auch diese Zellen vollständig zu Grunde.

Die Sporenbildung findet ausserhalb des Holzringes statt; es ist eine deutliche vom Zentrum nach der Peripherie zu verlaufende Sporenbildung in ihren einzelnen Stadien erkennbar.

Ustilago Caricis Pers. auf Carex pilosa;
Petrowa.

In den kranken Früchten beobachtete ich die gleichen Verhältnisse wie bei der vorigen Nährpflanze.

Ustilago Caricis Pers. auf Carex glauca;
Tirol.

Auch hier haben die unreifen Früchte die gleichen Veränderungen erfahren; jedoch sind nur die Früchte vom Pilz befallen, welche nicht taub sind; ausserdem ist die Fruchthülle erhalten geblieben.

Ustilago Caricis Pers. auf Carex arenaria;
Pommern.

In den kranken Früchten, die sich wie die von Elyna spicata verhalten, ist die Fruchthülle meist nicht infiziert.

Die Laubblätter hatten an einigen Stellen schwarze Flecke. Bei deren Untersuchung sah ich, dass das dünnwandige, in der Mitte gelegene, chlorophylllose Gewebe von Hyphen durchzogen war. Aber auch im Mesophyll fanden sich Hyphen vor, die durch Aufnahme des Chlorophylls, eine Braunfärbung der Zellen veranlasst hatten. Die Hyphen sind durch die Zellen bis zu den Atemhöhlen und auch bis in die gleichartigen Zellen vorgedrungen, welche in Form einer Endodermis das Gefässbündel bis zu den auf beiden Seiten liegenden Bastfasern umgeben. Eine Zerstörung des Gewebes haben die Hyphen nicht hervorgerufen, da sie sich nur den Früchten zu Sporen entwickeln.

Sydow, Ustilagineae:

Cintractia Caricis Pers. auf Scirpus caespitosus;
Norwegen;

auf Carex capillaris;
Norwegen;

Cintractia Caricis Pers.

auf Carex salina,
Norwegen;

auf Carex pilulifera,
Mecklenburg;

auf Carex limosa,
Norwegen, Berlin;

auf Carex vaginata,
Norwegen;

auf Carex dioica,
Norwegen;

auf Carex vulgaris,
Norwegen;

auf Carex hirta,
Marienspring.

Der Pilz hat in den Früchten sämtlicher Nährpflanzen die gleichen Veränderungen hervorgerufen, wie Ustilago Caricis auf Elyna spicata.

Da jedoch die Halme und Blätter teilweise schwarze Flecke zeigten, so untersuchte ich auch diese und fand, dass der Pilz wohl das Grundgewebe durchzieht, den Zellen das Chlorophyll entnimmt und überhaupt den meist lückenlos aneinanderlagernden Zellen durch sein interzellulares Wachstum ihre regelmässige Form raubt, jedoch keine Zerstörung der Zellen veranlasst, da er seine Sporen nur in den Früchten bildet.

Wie aus Obigem ersichlich ähnelt das ganze Verhalten des Pilzes sehr dem von Ustilago Caricis.

Tilletia laevis Kühn., auf Triticum vulgare;
bei Halle.

Die Körner derselben Ähre waren bis auf wenige vom Pilz befallen. In ihnen sind die Kleberzellen, das Endosperm, die Samenhaut, die Querzellen der

Fruchthülle vollständig zerstört. An Stelle der allseitig verdickten, wenigen Zellen der Fruchthülle befindet sich in der kranken Frucht ein aus 3 bis 5 Schichten bestehendes Parenchym-Gewebe, dessen Zellen dünnwandig, regelmässig breit sind und kleine Interzellularräume besitzen, die von einer aus regelmässigen Zellen, welche mit verdickten Aussenwänden versehen sind, bestehenden Epidermis umgeben sind. Es ist dieses ein sich neugebildet habendes Gewebe, welches teilweise zerstört, erkennbar an den zwischen den Sporen liegenden Zellüberresten, oder, wenn es erhalten ist, an das Brandlager grenzt.

Hierzu Tafel VI.

Urocystis primulicola Magn. auf Primula officinalis;
Halle.

Die stark angeschwollenen Früchte sind von dem Brandlager umgeben. Die Zellen der äusseren Fruchtwand, welche stark hypertrophiert ist, sind vollständig zerstört, ebenfalls auch das reich entwickelte Endosperm.

Die erhalten gebliebenen Zellen der Samenschale sind gross, braun gefärbt und haben eine unregelmässige Form. Das nicht zerstörte Gewebe hat grosse mit Hyphen ausgekleidete Interzellularräume.

Derselbe Pilz hat bei

Primula farinosa;
England,

die Fruchtknoten befallen. Dieselben sind stark angeschwollen; bei der Sporenbildung sind die Samenanlagen vernichtet, während die Fruchtknotenwand und auch die Zentralplazenta erhalten geblieben ist.

Schroeteria Delastrina Tul. auf Veronica arvensis;
Zehlendorf und Muskau O. L.;

Schroeteria Decaisneana Boud. auf Veronica hederifolia;

Lichterfelde und Freiburg i/B.

Die beiden Pilze zerstören die Samen ihrer Nährpflanzen bis auf die harte Samenschale vollständig. Von der Frucht ist die Wand erhalten geblieben.

II. Pflanzen, bei welchen sich das Vorkommen des Brandlagers nicht allein auf bestimmte Pflanzenteile beschränkt, sondern dasselbe auch in verschiedenen Organen derselben Nährpflanze gebildet wird:

Ustilago Warmingii Rostr. auf Rumex domesticus;

Norwegen.

In den Blüten sind sämtliche Teile bis auf die Kelchblätter, welche die violette Sporenmasse einschliessen, zerstört.

Die kranken Blätter zeigen grosse, violette, zusammenfliessende Schwielen. An diesen Stellen ist der Durchmesser ein 6 bis 8 mal so grosser als der des normalen Blattes. Bei der Bildung der Hypertrophie hat eine ausserordentlich grosse Zellvermehrung und -vergrösserung im Grundgewebe stattgefunden. Die Zerstörung des Pilzes beschränkt sich zum grossen Teil auf das Schwammparenchym, erstreckt sich aber auch teilweise in dem umgebildeten Pallisadenparenchym bis zur oberen Epidermis, deren Zellen sich beiderseits gestreckt haben. Die umliegenden erhalten gebliebenen Zellen des sich neugebildet habenden Gewebes, besitzen im Pallisaden- und Schwammparenchym fast gleiche Form, sie sind gross, chlorophylllos und haben ziemlich grosse Interzellularräume, die mit Mycel angefüllt sind.

Befinden sich die Brandlager in der Nähe eines Blattnerven, so haben die zunächstliegenden Gefässe eine etwas breitgedrückte Form.

Ustilago Holostei de Bary, auf Holosteum umbellatum;

Friedenau bei Berlin.

Dieser Pilz soll nach De Bary und Fischer v. Waldheim[1]) nur in den Antheren und Fruchtknoten seiner Nährpflanze vorkommen; ich fand ihn jedoch auch im Stengel vor.

Bei diesem hatte er das Parenchymgewebe des Marks von innen nach aussen zur Seite gedrückt, sodass dessen Zellen eine unregelmässige Form im Vergleich zu denen des gesunden Stengels angenommen hatten. Der Pilz hatte einige Zellen, so die nach dem Zentrum zu gelegene Zellreihe resorbiert. Durch die Ausbildung der Sporen hat die im gesunden Stengel nur kleine Höhlung im Mark an Volumen zugenommen. Die Bastfasern haben im normalen Stengel eine regelmässige Form, während sie im kranken durch den Druck von der Mitte aus zusammengedrückt sind. Zwischen ihnen und dem Holzring liegt noch eine Lage grosser Parenchymzellen, auch diese sind breiter und unregelmässig geformt. Weiter hat der Pilz im Stengel keine Veränderung hervorgerufen, da der aus 3 Zelllagen bestehende Holzring ihn an weiterem Vordringen in das Rindengewebe hinderte. Der Pilz übt hier also mehr eine Verdrängung als wie eine Resorption der Zellen aus; während er im Fruchtknoten und in den Antheren Zerstörung veranlasst. Von letzteren, die durch Einfluss des Pilzes stark hypertrophiert sind, sind nur die verdickten Zellen der Wandung erhalten geblieben. Auf die Filamente hat der Pilz keinen Einfluss ausgeübt.

---

1) Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botan. Bd. VII. pag. 105.

Ustilago Junci Schwein., auf Juncus tenuis;

Illinois.

Es stand mir nur ein Blütenstand und ein Halm, welcher am Grunde von Blattscheiden umgeben ist, zur Verfügung. Die einzelnen Teile der Blüten waren, wie schon äusserlich erkennbar, ganz von Sporenmassen eingehüllt und zwar bei sämtlichen Teilen des Blütenstandes, während die Stengel und die Laubblätter, letztere speciell an den älteren Teilen schwarze Flecken zeigten. Bei Untersuchung der einzelnen infizierten Organe, fand ich, dass die Sporenbildung meist nicht im Gewebe, sondern ausserhalb der Epidermis stattfindet, oder nach deren Zerstörung die Sporen deren Stelle einnehmen.

Ich untersuchte nun zunächst die Laubblätter an den älteren, infizierten Teilen und sah hier grosse Sporenmassen ausserhalb der Epidermis der Blattoberseite liegen. Mycel war nicht mehr vorhanden, da dasselbe sich schon vollständig zu Sporen umgebildet hatte.

Im gesunden Blatt sind die Epidermiszellen sehr hoch und breit, ihre Aussenwände verdickt; im kranken Blatt hingegen sind sie langgestreckt und allseitig verdickt. Die darunterliegenden Pallisadenzellen schliessen bei dem normalen Gewebe lückenlos aneinander, während sie im kranken ihre Pallisadenform verloren haben. Sie haben rundliche Gestalt und besitzen viele Interzellularräume. Die Pallisadenzellen sind jedoch nur auf der Blattoberseite verändert, die Unterseite, welche auch aus Pallisadenzellen besteht, hat ihre normale Form behalten.

Ich untersuchte nun den Stengel und die Zweige des Blütenstandes, welche besonders an der Insertionsstelle am Stengel infiziert waren. Ausserhalb der Epidermis befand sich eine dichte Sporenmasse, welche hier jedoch noch von Mycel umgeben war.

Die Epidermiszellen des gesunden Stengels sind inhaltslos, während die des infizierten, wenn sie noch erhalten sind, einen schmutzigen, braunen Inhalt führten, welcher aus Pilzmycel bestand; dieses ging ausserhalb der Epidermis zur Sporenbildung über. Teilweise ist die Epidermis vollständig zerstört. Das Rindenparenchym besteht im gesunden Stengel aus regelmässigen, pallisadenartigen Zellen, welche durch kleine Interzellularräume getrennt werden, die mit Mycel angefüllt sind bei dem kranken Stengel. Die Bastfasern, die Gefässbündel und das Mark sind vom Pilz nicht beeinflusst.

Die Vorblätter der Blüten sind an ihrer Basis von Sporen umgeben und zwar liegen dieselben hier im Gegensatz zu den Laubblättern meist auf beiden Seiten. Die Epidermiszellen sind zum Teil zerstört, zum Teil namentlich bei den jüngeren Blattstellen erhalten und dann mit Mycel angefüllt. In ersterem Falle befindet sich an Stelle der Epidermiszellen ein dichtes Mycelgeflecht, welches schon vielfach zu Sporen umgebildet ist. Weiter ist der Pilz in das Gewebe nicht vorgedrungen, da ihn auf der einen Seite eine aus 3 Lagen bestehende Sklerenchymscheide daran hindert.

An den Blattteilen, wo sich auf beiden Seiten Sporenlager befinden, ist das dazwischenliegende Gewebe, auch die Sklerenchymscheide, deren Zellen allerdings hier schwächer verdickt sind und deshalb ein grösseres Volumen haben, zusammengedrückt; die Zellen haben eine sehr unregelmässige Form.

Im Fruchtknoten findet ebenfalls ausserhalb der Epidermis der Wandung Sporenbildung statt. Der Pilz beeinflusst jedoch nicht das Innere, da die 3 Samenanlagen regelmässig erhalten sind.

Ustilago Zeae Mays D. C. auf Zea Mays;

Rixdorf.

Der Pilz veranlasst in den Blättern, Stengeln und Blüten grosse Beulen, welche die Sporen einschliessen. Die anatomischen Abweichungen, welche der Pilz, besonders im Stengel veranlasst, sind von Wakker[1]) beschrieben und kann ich dessen Ausführungen bestätigen.

Urocystis Violae Sow. auf Viola odorata;

Berlin.

Der Pilz veranlasst am Stengel, an den Blättern und Blütenstielen Anschwellungen, die vor Allem durch Vermehrung des Parenchymgewebes entstehen, welches bei der Sporenbildung teilweise resorbiert wird. Wakker[2]) hat die anatomischen Veränderungen, die der Pilz in den verschiedenen Organen veranlasst, eingehend untersucht und schliesse ich mich seinen Ansichten an.

Urocystis occulta Wallr. auf Secale Cereale;

Steglitz.

Der Pilz infiziert die Fruchtknoten, welche vollständig, ferner die Spelzen, die mit Ausnahme der verholzten Zellen, zerstört werden; ausserdem noch die Spindel und die Blätter. In ersterer ist das Parenchymgewebe, welches teilweise sehr dickwandig ist, resorbiert; die erhalten gebliebenen Gefässbündel liegen zerstreut im Brandlager. In den Blättern ist das zwischen den Nerven gelegene Parenchymgewebe nach Bildung einer starken Hypertrophie zerstört. Die Epidermis der Ober- und Unterseite, deren Zellen sich sehr gestreckt haben, ist nach aussen gewölbt; zwischen ihnen befindet sich das Brandlager. Der Durchmesser der kranken Blattteile ist doppelt so gross als der der gesunden.

---

1) Wakker, Pringsheim's Jahrb. Bd. 24. p. 535.
2) Wakker, Pringsheim's Jahrb. Bd. 24. p. 532.

Die Brandlager grenzen auf den Seiten teilweise direkt an die Gefässbündel, teilweise werden sie von diesen noch durch einige, erhalten gebliebene Parenchymzellen getrennt. In ersterem Falle haben die Zellen der Gefässbündel, wie auch die der oberhalb dieser liegenden Sklerenchymscheide, ihre rundliche Form verloren und sind durch den seitlichen Druck etwas breiter geworden.

Tolyposporium Junci Schroet. auf Juncus bufonius; Prenćow, Ungarn.

Die Halme, Blattscheiden, Blütenhüllblätter und Fruchtknoten sind von dem Pilze infiziert.

In den kranken Halmen durchziehen knäuelförmig verbundene Hyphen das ganze zwischen der Epidermis und dem mechanischen Gewebe befindliche Parenchymgewebe, dieses allmählich zerstörend, sodass nur Zellüberreste zurückbleiben. Die Hyphenknäuel vereinigen sich zu einen Fruchtkörper, in welchem die eigentliche Sporenbildung stattfindet und der unterhalb der Epidermis, gewöhnlich in einer Spaltöffnung liegt; die Zellen sind hier dann zur Seite gedrängt. Vor der Zerstörung des Gewebes, hat aber durch Einfluss des Pilzes, wie an weniger infizierten Teilen ersichtlich, eine Vermehrung der Zellen und in diesen dann Anhäufung von Nährmaterial stattgefunden.

In den kranken Blattscheiden durchzieht das Mycel das Grundgewebe, welches teilweise vollständig zerstört wird bis auf einige Zellüberreste. Die von Sklerenchymfasern umgebenen Gefässbündel sind nicht verändert. Die Epidermiszellen, welche im normalen Blatte sehr hoch und weniger breit sind, haben sich im kranken Blatt mehr in der Breite ausgedehnt.

Bei den Blütenhüllblättern liegen im gesunden Gewebe die Parenchymzellen lückenlos nebeneinander; im infizierten Gewebe hingegen haben diese Zellen eine unregelmässige Form. Das Mycel durchzieht das ganze

Gewebe und hat da, wo es sich in den Fruchtkörpern zu Sporen umbildet, die Epidermis, deren Zellen breiter geworden sind, etwas in die Höhe gehoben. An der Stelle, wo sich die Fruchtkörper befinden, ist das Parenchymgewebe teilweise zerstört, teilweise bei Seite gedrängt.

Der Fruchtknoten ist bis auf die Wand zerstört; in die Sporenmasse ragt seine angeschwollene Ansatzstelle, dessen Parenchymzellen resorbiert oder inhaltslos sind; in letzterem Falle haben sie eine sehr unregelmässige Form.

Wie aus Obigem ersichtlich übt der Pilz seine zerstörende Wirkung im parenchymatischen Gewebe aus.

Zum Schlusse verbleibt mir noch die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Reeß, für seine freundlichen Bemühungen in Rat und That bei der Arbeit meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen, ebenso wie ich auch Herrn Dr. Becker für die freundliche Unterstützung bestens danke.

Lebenslauf.

Ich, Otto, August, Karl Strohmeyer, evang. Konfession, wurde als Sohn des Kaufmanns August Strohmeyer und seiner Gemahlin Henriette, geborene Warnecke, am 26. Januar 1869 zu Harzburg geboren. Ich besuchte bis zu meinem 11ten Jahre die Privatschule meines Geburtsortes und hierauf das Realgymnasium zu Goslar, welches ich bis zur Obersekunda absolvierte, um 17 Jahre alt, mich der Pharmazie zu widmen. Den praktischen und theoretischen Unterricht erhielt ich von Herrn Apotheker, Königl. Med. Assessor F. W. Laux und nach dessen Tode von Herrn Apotheker Dr. W. Laux in Berlin.

Nach bestandenem Gehülfenexamen arbeitete ich in verschiedenen Offizinen praktisch, studierte dann in Strassburg und München, wo ich im Herbst 1894 das pharmazeutische Staatsexamen bestand.

Ich widmete mich nun dem Studium der Naturwissenschaften und zwar ein Semester in Heidelberg und seit Sommersemester 1895 auf hiesiger Universität.

Ich hörte während meiner Universitätszeit die Vorlesungen der Professoren:

Kohlrausch, v. Baeyer, v. Pechman, Hilger, Göbel, Radlkofer, Lommel, Krafft, Reeß, Wiedemann, Fischer. Allen diesen genannten Herren sage ich an dieser Stelle noch meinen aufrichtigsten Dank.

Tafel-Erklärung.

Tafel I.

Querschnitt durch ein Blatt von Alopecurus pratensis, erkrankt an Tilletia alopecurivora Ule.

Tafel II.

Querschnitt durch ein Blatt von Carex vulgaris, erkrankt an Urocystis Fischeri Koern.

Tafel III.

Querschnitt durch ein Blatt von Ranunculus repens, erkrankt an Entyloma microsporum Ung.

Tafel IV.

Querschnitt durch die von Ustilago levis Kellerm. auf Avena nuda hervorgerufene Wucherung der Fruchtknoten Ansatzstelle.

Tafel V.

Längsschnitt durch den Blütenstiel mit der von Ustilago Sorghi Link auf Sorghum vulgare hervorgerufenen Wucherung der Fruchtknoten Ansatzstelle.

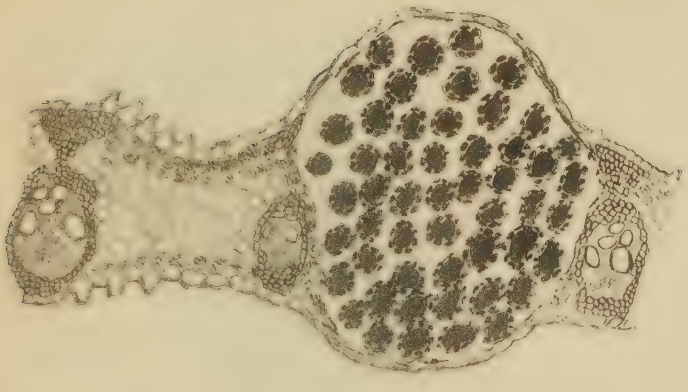
Tafel VI.

Fig. a. Teil eines Querschnittes durch die Frucht von Triticum vulgare, erkrankt an Tilletia laevis Kühn.

Fig. b. Teil eines Querschnittes durch die gesunde Frucht von Triticum vulgare.

Tafel I.

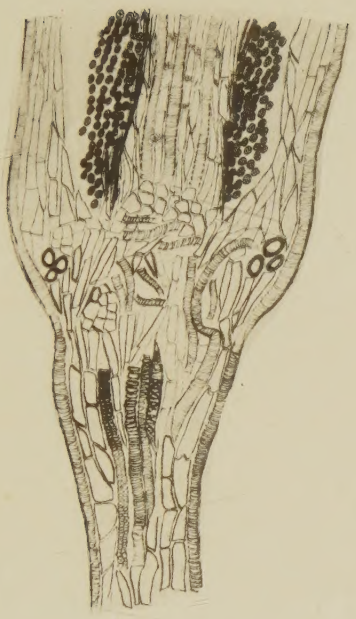
Tafel II.



Tafel III.

Tafel IV.

Tafel V.



Tafel VI.

Fig. a.

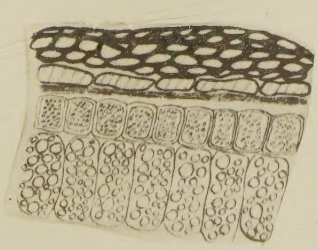



Fig. b.